usal
Universidad de Salamanca

Universidad de Salamanca

www.eltallerdigital.com

Problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia

Director: Dr. D. Miguel Ángel Quintanilla Fisac
Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia.
Director del Instituto Universitario de Estudios de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad de Salamanca.

Departamento de Filosofía y Lógica y Filosofía de la Ciencia.
Facultad de Filosofía de la Universidad de Salamanca

Óscar Montañés Perales

Tesis Doctorales
Universidad de Salamanca

ISBN: 978- 84- 694- 4106- 0 · Depósito Legal: A- 607- 2011

usal
Universidad de Salamanca

Universidad de Salamanca

www.eltallerdigital.com

Tesis Doctorales

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA

Departamento de Filosofía y Lógica y Filosofía de la Ciencia

Problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia

ISBN: 978- 84- 694- 4106- 0 · Depósito Legal: A- 607- 2011

Óscar Montañés Perales

PREFACIO

PARTE I: HISTORIA DE LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA EN GRAN BRETAÑA Y EN ESTADOS UNIDOS

1. HISTORIA DE LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA DURANTE EL SIGLO XIX

1.1. La popularización de la ciencia en la Gran Bretaña del siglo XIX

1.1.1. El binomio ciencia amateur/ciencia profesional y sus implicaciones en la popularización

1.1.2. El binomio ciencia/teología natural y sus implicaciones en la popularización

1.1.3. El estudio de las publicaciones del siglo XIX

1.1.4. El despegue de las publicaciones de ciencia de carácter comercial

1.1.5. La popularización de la ciencia en las publicaciones periódicas generales

1.1.6. La popularización de la ciencia en las revistas de ciencia popular y en los libros

1.1.7. Dos concepciones de la popularización

1.1.7.1. Robert Chambers

1.1.7.2. Thomas Henry Huxley y John Tyndall

1.1.8. La popularización de la ciencia entre la clase trabajadora

1.1.9. La popularización de la ciencia al servicio de la 'ciencia pública'

1.2. La popularización de la ciencia en Estados Unidos durante el siglo XIX y su transición al siglo XX

2. HISTORIA DE LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA DURANTE EL SIGLO XX

2.1. La popularización de la ciencia a principios del siglo XX

2.2. La profesionalización del periodismo científico
2.3. La popularización de la ciencia en las publicaciones periódicas de carácter general durante la primera mitad del siglo XX
2.4. La evolución de los museos científicos en las primeras décadas del siglo XX
2.5. Las primeras décadas de la popularización de la ciencia en la radio y la televisión
2.6. La popularización de la ciencia durante las dos décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial
2.7. El inicio de una nueva etapa de los museos de ciencia
2.8. Difusión de voces críticas ante los riesgos de la ciencia y su repercusión en la popularización de la ciencia
2.9. El florecimiento de una nueva etapa en la popularización de finales de los años 70
2.10. Los primeros vínculos entre la popularización de la ciencia y los estudios de percepción pública de la ciencia

PARTE II: CUESTIONES TEÓRICAS SOBRE LA POPULARIZACIÓN CIENTÍFICA, LA COMPRENSIÓN Y LA COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

3. PROBLEMAS CONCEPTUALES DE LA POPULARIZACIÓN CIENTÍFICA
3.1. La popularización científica: divulgación científica y periodismo científico
3.1.1. La divulgación científica
3.1.2. El periodismo científico
3.1.2.1. Los géneros periodísticos y el periodismo científico

3.1.2.2. Las fuentes del periodismo científico
3.1.2.3. La relación entre científicos y periodistas
3.1.2.4. Limitaciones propias del periodismo científico
3.1.2.5. La imagen de la ciencia transmitida por el periodismo científico
3.1.2.6. Conclusiones
3.2. El lenguaje y el discurso de la popularización científica
3.3. ¿Por qué popularizar la ciencia?
3.4. La alfabetización científica

4. ESTUDIOS DE PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA
4.1. Origen y evolución del diseño de los estudios de percepción pública de la ciencia
4.2. Encuestas de percepción pública de la ciencia en Estados Unidos
4.2.1. Estudios previos a los Science Indicators
4.2.2. Primera fase de los Science Indicators
4.2.3. Encuesta sobre percepción pública de la tecnología, 1970
4.2.4. Segunda fase de los Science Indicators
4.2.5. Encuesta tipo de percepción pública de la ciencia de los Science Indicators, 1992
4.2.6. Principales resultados acumulados de los Science Indicators
4.3. Encuestas de percepción pública de la ciencia en Europa
4.3.1. Origen y resultados de los primeros Eurobarómetros de carácter específico sobre ciencia
4.3.2. Principales resultados acumulados de los Eurobarómetros de carácter específico sobre ciencia
4.4. La alfabetización científica y las encuestas de percepción pública de la ciencia

5. MODELOS DE COMPRENSIÓN Y DE COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

5.1. Introducción

5.2. Paradigmas prácticos de la comprensión pública de la ciencia

5.2.1. Críticas al modelo del déficit implícito en los dos primeros paradigmas

5.2.2. Críticas a la correlación positiva entre conocimiento y actitudes favorables a la ciencia

5.3. El modelo contextual de la comprensión pública de la ciencia

5.4. Implicaciones del modelo del déficit y del modelo contextual en la comunicación pública de la ciencia

5.4.1. El modelo del déficit y la comunicación pública de la ciencia

5.4.2. El modelo contextual y la comunicación pública de la ciencia

5.5. Críticas a la popularización científica

5.6. Un enfoque global: la cultura científica y la comunicación pública de la ciencia

CONCLUSIONES

ANEXO I: PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA EN LOS EUROBARÓMETROS ESTÁNDAR O GENERALES

ANEXO II: ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

A mis padres,

Conmigo vais, mi corazón os lleva

Alguien me pide una explicación de la teoría de Einstein. Con mucho entusiasmo, le hablo de tensores y geodésicas tetradimensionales.

–No he entendido una sola palabra– me dice, estupefacto.

Reflexiono unos instantes y luego, con menos entusiasmo, le doy una explicación menos técnica, conservando algunas geodésicas, pero haciendo intervenir aviadores y disparos de revólver.

–Ya entiendo casi todo– me dice mi amigo, con bastante alegría.

–Pero hay algo que todavía no entiendo: esas geodésicas, esas coordenadas…

Deprimido, me sumo en una larga concentración mental y termino por abandonar para siempre las geodésicas y las coordenadas; con verdadera ferocidad, me dedico exclusivamente a aviadores que fuman mientras viajan con la velocidad de la luz, jefes de estación que disparan un revólver con la mano derecha y verifican tiempos con un cronómetro que tienen en la mano izquierda, trenes y campanas.

–Ahora sí, ahora entiendo la relatividad – exclama mi amigo con alegría.

–Sí– le respondo amargamente, –pero ahora no es más la relatividad.

(Ernesto Sabato, 42)

El Santuario del Templo estará siempre reservado a los Sacerdotes y favoritos de la Deidad; pero la Entrada y sus otras estancias permanecerán abiertas a los profanos.

(Francesco Algarotti, VIII)

La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente simples y pueden, por regla general, exponerse en lenguaje accesible a todo el mundo.

(Albert Einstein y Leopold Infeld, 22)

Para transformar la realidad es imprescindible conocerla. Y para ello es necesario, a su vez, que los pueblos participen y que no se resignen.

(Federico Mayor Zaragoza, 2005)

Muchos puntos de la física moderna que habían permanecido ocultos, han sido revelados mediante la popularización. Doy las gracias por ello, pues me gusta la física pero no puedo tomarla cruda.

(Willard V. O. Quine, 230)

Esa otra cosa que ha de haber tras de los periódicos y las conversaciones públicas, es la ciencia, la cual representa –no se olvide– 'la única garantía de supervivencia moral y material en Europa'.

(José Ortega y Gasset 1908, 189)

PREFACIO

Desde el nacimiento de la ciencia moderna –entendida ésta como un ámbito particular de producción de conocimiento– se han ido desdibujando algunas de las fronteras que la separaban del resto de la sociedad. El restringido círculo de los productores de ese conocimiento se fue ampliando progresivamente, admitiendo en su seno a todo aquel que demostrase la cualificación cognitiva necesaria, independientemente de cualquier requerimiento social, religioso, o ideológico. La repercusión social de los nuevos conocimientos proporcionados por la ciencia ha ido ganando terreno a lo largo de los cuatro últimos siglos. Sin embargo, es evidente que no se ha producido un desarrollo paralelo entre el avance de las consecuencias de la ciencia sobre la vida del conjunto de los ciudadanos, y la comprensión de la ciencia por parte de estos últimos.

Este trabajo se sitúa precisamente en el campo de la comprensión pública de la ciencia, un terreno fronterizo entre la ciencia y el público en el que la separación continúa siendo muy nítida. Nos referimos a un tipo de compresión derivada de las actividades relacionadas con la *comunicación pública de la ciencia*, una esfera bien diferenciada de aquella otra configurada por los circuitos propios de la educación formal. Si bien es cierto que consideramos el nexo entre la comprensión pública de la ciencia y la educación formal como un vínculo necesario y complementario, nuestro análisis se circunscribe a los distintos esfuerzos realizados con el fin de mejorar y ampliar dicha comprensión más allá de los márgenes de la práctica educativa.

El propósito último de nuestra investigación es analizar los problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia, y la cuestión principal que tratamos de dilucidar tiene que ver con las dificultades de definir el tipo de conocimiento que ha estado, está, o debería estar en juego cuando hablamos de comprensión y de comunicación pública de la ciencia.

En la primera parte del trabajo llevamos a cabo una revisión histórica de la popularización de la ciencia, no tanto con el objetivo de realizar un recorrido exhaustivo por su historia, sino con el de mostrar la evolución de las actitudes, motivaciones, e intenciones que han predominado en sus principales artífices en su empeño de acercar la ciencia al público en general –a la par que ésta se consolidaba como

institución.[1] Lamentablemente no existen estudios históricos de las actitudes y representaciones del público que pudieran poner de manifiesto la imagen de la ciencia derivada de la actividad divulgadora. Ese tipo de estudios no comenzaron a elaborarse hasta la segunda mitad del siglo XX, de ahí la necesidad de recurrir a los testimonios de los propios popularizadores y al análisis del material que producían.

En la segunda parte abordamos una serie de cuestiones relacionadas con las directrices teóricas que han guiado las distintas prácticas asociadas a la popularización, la comprensión y la comunicación pública de la ciencia. En primer lugar, señalamos la conveniencia de definir las diferencias que existen entre las dos actividades que constituyen la popularización: la divulgación de la ciencia y el periodismo científico. Presentamos también aquellos aspectos de las mismas que consideramos más relevantes para entender el tipo de conocimiento científico que transmiten al público, una cuestión que remite directamente al análisis de la noción de *alfabetización científica*. El capítulo dedicado a los estudios de percepción pública de la ciencia constituye el segundo de los tres ejes sobre los que se articula la segunda parte de nuestro trabajo. El análisis de los presupuestos teóricos implícitos en los mismos, y de los resultados obtenidos desde que se pusieron en marcha de forma regular en la década de 1970, pone de manifiesto las razones que han servido de justificación a la hora de promover entre el público un determinado tipo de alfabetización científica, así como la verdadera dimensión de los logros obtenidos. Por último, presentamos los fundamentos sobre los que se sustentan los dos principales modelos teóricos de la comprensión pública de la ciencia, así como las implicaciones que se derivan de su aplicación al ámbito de la comunicación pública de la ciencia.

Mediante la revisión histórica y el análisis de la popularización, de los estudios de percepción, y de los modelos de comprensión y comunicación pública de la ciencia que llevamos a cabo en nuestra investigación, pretendemos destacar aquellos rasgos que han ejercido una mayor influencia en la transmisión de la ciencia al público a lo largo de los dos últimos siglos. Más allá del mero afán expositivo, tenemos el propósito de evidenciar la naturaleza de la información científica que se ha puesto a disposición del público –así como el tratamiento que se ha hecho de la misma–, con el fin de detectar las

[1] Hasta la fecha todavía no se ha elaborado una historia exhaustiva de la popularización que abarque desde sus orígenes hasta la actualidad, si bien es cierto que se han realizado análisis de ciertos periodos referidos a lugares y medios concretos que nos ofrecen una idea de lo que ha significado en diferentes momentos de su historia.

posibles deficiencias de dicho tratamiento, y proponer un modelo de comunicación basado en una noción particular de *cultura científica* que permita una nueva aproximación teórica y práctica a la comprensión y la comunicación pública de la ciencia.

***

Muy probablemente este trabajo comenzó a gestarse en la primera clase de Miguel Ángel Quintanilla a la que asistí en la licenciatura de Filosofía. Sea como fuera, los contenidos de la asignatura, la forma de abordarlos y transmitirlos, calaron en mí más hondo de lo que por aquel entonces podía sospechar. Algún tiempo después aquella "llamada" se materializo en el proyecto que ha dado como resultado este trabajo, dirigido por Miguel Ángel. Mi gratitud hacia él es tan profunda que difícilmente unas pocas palabras pueden hacerle justicia, siempre he contado con su apoyo y estímulo. A sus ideas, consejos, comentarios, y orientaciones, se debe lo que haya de valor en este trabajo. Ojalá lo que aquí se presenta estuviera a la altura del entusiasmo que siente Miguel Ángel por el tema que nos ocupa y, también, de su actitud vital y académica.

Durante estos años he tenido la suerte de compartir muchos momentos de reflexión y alegrías con mis queridos amigos y colegas Ignacio Vicario y Reynner Franco. Sus palabras y consejos son una referencia para mí, una guía de acción humana y profesional que me ha permitido saber más y ser mejor.

Mis compañeros de área, Sebastián Álvarez, Ana Cuevas, Mara Manzano, y Obdulia Torres, y mi director de Departamento, José Luis Fuertes, me ayudaron y comprendieron cuando las encrucijadas del camino hicieron necesaria una mano amiga.

Pilar López Morales y Juan Antonio Montero han hecho la andadura de todos estos años más grata y llevadera, me han ayudado de diferentes formas en muchas ocasiones, y siempre con una alegría contagiosa.

Mis amigos David Teira y Caroline Perroud, comparten, sin saberlo, algo en común; el cariño que siento por ellos, un reflejo del suyo por mí, y de su ánimo constante para que la tesis llegase a buen puerto.

Agradezco también al Gobierno de Navarra la ayuda que me concedió para la realización de la tesis doctoral y la obtención del título de doctor.

Por último, y dando rienda suelta al corazón, nada de esto hubiese sido posible si mi familia, Fermina, José, José Javier, Asun, Claudia, Andrea, y Laura, no hubiesen mantenido vivo el fuego del faro que alumbra las costas entrañables habitadas por los que más se quiere.

PARTE I

HISTORIA DE LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA EN GRAN BRETAÑA Y EN ESTADOS UNIDOS

Dado que el principal objetivo de nuestro estudio es detectar los problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia en la actualidad, consideramos esencial fundamentarlo en un análisis histórico que nos permita identificar aquellos problemas heredados del pasado que forman parte del panorama actual, así como las pautas que han caracterizado a la práctica popularizadora. Recurrimos a la historia con el propósito de arrojar algo de luz sobre la situación actual de la popularización, derivada, en buena medida, de los sucesivos modelos históricos de transmisión de ciencia al público.

El marco histórico que hemos delimitado para realizar dicho análisis comprende el periodo transcurrido entre las primeras décadas del siglo XIX y la actualidad, en Gran Bretaña –principalmente en Inglaterra– y en Estados Unidos, por ser ambos países los máximos exponentes de la popularización científica durante la segunda mitad del siglo XIX y la primera del siglo XX, respectivamente.[2]

Los descubrimientos y desarrollos llevados a cabo por la ciencia en el siglo XIX llamaron profundamente la atención y despertaron el interés de los miembros de las diferentes clases sociales, algunas de las cuales tenían más facilidades a la hora de obtener información sobre los nuevos avances. Esta actitud hacia la ciencia, no exenta de voces críticas, fue promovida desde ciertas instancias que empleaban distintos mecanismos orientados a la consecución última de los objetivos que perseguían. A lo largo de los dos primeros capítulos del trabajo trataremos de ofrecer un esbozo de estos tres elementos –instancias, mecanismos y objetivos–, prestando especial atención al periodo comprendido entre la segunda mitad del siglo XIX y la primera del siglo XX, por tratarse, a nuestro juicio, de un periodo constitutivo, de gestación y consolidación de una impronta que ha permanecido en las prácticas popularizadoras hasta la actualidad.

Como veremos más adelante, la diferenciación conceptual de los dos componentes que configuran la popularización, a saber, el periodismo científico y la divulgación de la ciencia, no se puede establecer con rigor hasta bien entrado el siglo XX, por lo tanto cuando nos refiramos a la transmisión de ciencia al público durante el siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX emplearemos el término genérico de "popularización de la ciencia", englobando todo tipo de actividades de difusión llevadas a cabo por

[2] Dicha restricción espacio-temporal se ajusta a nuestro propósito, puesto que consideramos que constituye una buena representación del panorama histórico general.

periodistas, escritores, y científicos en diferentes medios (prensa diaria, publicaciones periódicas, libros, conferencias, museos, radio, televisión, etc.).

Como apuntan Cooter y Pumfrey, refiriéndose al pasado:

> "Todavía está por medirse el impacto de la popularización de la ciencia en hombres y en mujeres, ya sea comercialmente o ideológicamente, o como educación o entretenimiento. ...todavía hay que contestar preguntas sobre cómo los científicos, los comunicadores de ciencia y las audiencias definen su relación con algo llamado ciencia, y cómo la relación está arraigada en las particularidades de sus diferentes culturas e ideologías" (Cooter y Pumfrey, 237).

La puesta en marcha de estudios cuantitativos y cualitativos, diseñados para medir de forma regular estos parámetros no va más allá de unas pocas décadas. Por lo tanto, si queremos estudiarlos desde un punto de vista histórico tenemos que recurrir a aquellos datos o estudios que de forma indirecta pueden ofrecernos alguna información. De este modo, tenemos que dirigir la mirada a cuestiones como el tratamiento dado a la ciencia en diversas publicaciones, los precios de venta al público, la distribución, el perfil de los lectores a los que iban dirigidas, las conferencias y charlas sobre ciencia e, incluso, las autobiografías de los miembros de la audiencia –estas últimas de especial relevancia en el análisis de los vínculos entre la clase trabajadora y la ciencia. No obstante, teniendo en cuenta que el estudio de estos temas se encuentra en una fase incipiente, las conclusiones que ofrezcan nos darán una idea aproximada y, quizá, provisional, del tema en cuestión. A esta dificultad de partida hay que añadir el proceso de evolución de la propia actividad científica en el periodo estudiado, con la consolidación definitiva de algunas disciplinas científicas y el aumento de la especialización. Todo ello hace que las fronteras entre ciencia, científicos, público, divulgadores, publicaciones populares de ciencia, etc., en los inicios del periodo, no sean tan nítidas como lo son en la actualidad. Sin embargo, al mismo tiempo confiamos en que un análisis global nos permita ubicar los orígenes de la situación actual, con la esperanza de poder fundamentar una perspectiva histórica válida del desarrollo de la relación entre ciencia y público.

1. HISTORIA DE LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA DURANTE EL SIGLO XIX

1.1. LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA EN LA GRAN BRETAÑA DEL SIGLO XIX

1.1.1. El binomio ciencia amateur/ciencia profesional y sus implicaciones en la popularización

Durante las últimas décadas de la época Victoriana, la ciencia fue adquiriendo el estatus de profesión, y avanzó hacia su consolidación como actividad retribuida. Los científicos comenzaron a dedicarse a la investigación especializada de forma más exclusiva y fueron ocupando puestos en la enseñanza y en la industria. Esta situación desencadenó el aumento del número de popularizadores que no eran científicos profesionales. Por otro lado, se incrementó la separación entre profesionales y amateurs, o aficionados, al establecerse definitivamente la asociación de los primeros con un mayor nivel de competencia, lo que provocó la exclusión de estos últimos de la comunidad científica.

Anteriormente, una buena parte de la ciencia británica del siglo XIX había sido ciencia de aficionados. El grupo formado por estos amateurs –que incluía a su vez diferentes niveles, dependiendo de su grado de dedicación– era uno más entre los otros grupos que constituían la comunidad científica Victoriana –incluidos los profesionales de distintos tipos–, y a pesar de que en ocasiones fue identificado con una competencia o conocimiento menores, lo cierto es que no se producía una asociación uniforme o sistemática de este grupo con una posición científica inferior (Barton 2003, 96).[3]

Algunos de los principales líderes de la comunidad científica fueron mostrando de forma gradual la determinación de mantener una jerarquía dentro de la misma, y trataron de delimitar las funciones de cada uno de sus integrantes. Esto les llevó a atacar a aquellos que, sin ocupar una posición privilegiada dentro de la comunidad, ofrecían visiones globales o interpretaciones generales de los resultados científicos. Así, además de juzgar que no estaban lo suficientemente preparados para hacerlo,

[3] Ruth Barton, mediante el estudio de los discursos presidenciales de *la British Association for the Advancement of Science* y de la *Royal Society*, y con el telón de fondo del proceso de profesionalización de la ciencia, analiza la percepción que la comunidad científica tenía de sí misma durante el periodo comprendido entre 1850 y mediados de la década de 1880. Su estudio trata el lenguaje de inclusión y los contextos en los que la comunidad científica se representaba a sí misma como un todo, el uso que se hacía de los términos 'profesional' y 'amateur', el lenguaje empleado para dividir la comunidad científica en diferentes especialidades o áreas, y el lenguaje jerárquico con el que se diferenciaba a los líderes y a los expertos de los humildes seguidores y ayudantes (Barton 2003).

consideraban que de dichas interpretaciones se derivaban conclusiones que no coincidían con las que ellos defendían. A pesar de todo, esto no tenía por qué constituir una forma de exclusión de la comunidad científica, sino que era un medio de hacer patente quién estaba autorizado para hablar en nombre de la ciencia o para interpretar la naturaleza. Entre los que padecían estos ataques se incluían cierto tipo de amateurs u otros miembros que ocupaban posiciones inferiores en la jerarquía –como recolectores de datos, etc.–, que publicaban obras de popularización concebidas con la intención de 'filosofar' sobre la trascendencia y el significado de los hallazgos científicos.[4]

> "La ciencia en la primera mitad del siglo XIX, como en siglos anteriores, era una parte de la cultura intelectual de la humanidad, en la que todos podían entrar y de la que todos podían sacar provecho, pero desde 1860 en adelante se convierte en un empresa en la que no todos pueden participar, con su propia ética puritana, de la que los amateurs son excluidos cada vez más" (Lucas, 330).

Lo cierto es que ya desde principios del siglo XIX, existía un gran número de autores de libros de ciencia que no eran profesionales científicos y que eran contratados para abastecer de ciencia al creciente mercado derivado del aumento del tiempo libre de la clase media. Desde escritores de poca monta, empleados para redactar obras básicas y de consulta, o escritores y compiladores de misceláneas instructivas –muy populares desde la década de 1820–, hasta los encargados de hacer las reseñas de nuevas obras científicas en las publicaciones de carácter general y religioso, sin olvidar a los periodistas profesionales que informaban de ciencia en diarios y semanarios –especialmente después de que las actividades de la *British Association for the Advancement of Science* lograran el estatus de noticias en la década de 1830 (Topham, 587). Muchos de estos autores publicaban sus textos de forma anónima, y su influencia en la percepción pública de la ciencia de los lectores debió de ser determinante, como también lo debió de ser la de sus editores, dado que en muchos casos eran ellos los que establecían las directrices a seguir en función de sus intereses comerciales e ideológicos.

---

[4] A juicio de Barton, la sola distinción entre los términos 'amateur' y 'profesional' no implicaba en este periodo, por sí misma, una posición dentro de la jerarquía de la comunidad científica, sino que sólo indicaba el tipo de dedicación a la empresa científica en cada caso, de carácter privado en el primero, y de carácter público en el segundo.

No todos los autores que escribían sobre ciencia a principios del siglo XIX presentaban una visión favorable de la misma, y si bien "muchos estaban de acuerdo con su valor –aunque divergieran del fundamento o significado de sus doctrinas y prácticas– había claramente otros que despreciaban y cuestionaban sus objetivos y conclusiones, en parte o en su totalidad" (Topham, 591).

En las primeras décadas del siglo, los hombres de ciencia que se dedicaban a este tipo de actividades (libros, publicaciones periódicas de carácter general, publicaciones periódicas comerciales de ciencia y de medicina, enciclopedias, obras educativas, etc.) obtenían una remuneración económica que servía para complementar los ingresos provenientes de su actividad profesional, con una cuantía que aumentaba conforme lo hacía el éxito de sus publicaciones. Ya en las últimas décadas, existía un floreciente mercado de libros de popularización cuyos autores, por lo general de clase media, no eran científicos profesionales. El éxito de algunas de estas obras era considerable, y seguía determinando la comprensión y la percepción de la ciencia del gran público al que iban dirigidas.

A juicio de Robert Young la publicación de *El Origen de la Especies* –así como la de otros hallazgos científicos–, provocó la fragmentación de lo que él mismo denominó el 'contexto intelectual común' de ciencia, política, teología, y literatura de la Gran Bretaña de las primeras décadas del siglo XIX, donde imperaba la teología natural, como ponen de manifiesto las publicaciones de la época. No obstante, mientras los científicos profesionales comenzaron a avanzar por los derroteros del naturalismo científico, numerosos popularizadores continuaron escribiendo obras dirigidas a las clases medias y altas en las que exponían los principios de la teología natural. La constatación de esta tendencia incipiente entre algunos científicos profesionales no significa que durante los años posteriores a la publicación de la obra de Darwin, no hubiese un gran número de científicos que defendían la compatibilidad entre ciencia y religión –como hacían el físico Balfour Stewart y el físico y matemático Peter Guthrie Tait, en su obra *The Unseen Universe: or Physical Speculations on a Future State* (1875). Lo cierto es que el grupo formado por estos últimos era una mayoría en comparación con el reducido número de autoridades científicas que se adscribieron al darwinismo desde el principio. Fue durante los veinte años siguientes a la publicación del libro de Darwin, cuando los darvinistas dejaron de ser una minoría para convertirse en la mayoría dominante (Lucas, 329).

1.1.2. El binomio ciencia/teología natural y sus implicaciones en la popularización

Por lo general, los historiadores han circunscrito los conflictos epistemológicos entre la ciencia y la teología natural a las últimas décadas del siglo, en las que ese 'contexto intelectual común' se habría diluido. Una situación que se vería reflejada en el desarrollo de publicaciones y sociedades especializadas, en el aumento de la profesionalización, y en el incremento de publicaciones periódicas generales de bajo nivel intelectual (Young, 127).[5] Hasta entonces, la vinculación de la ciencia con la teología natural habría impedido las posibles fricciones entre la ciencia y la religión, propiciando una situación de equilibrio entre las 'verdades' teológicas, poéticas, y científicas, como consecuencia de lo que S. F. Cannon ha denominado 'Complejo de la Verdad'; un conjunto de supuestos relacionados con la teología natural, heredado del siglo anterior, que armonizaba esas 'verdades' y consideraba que todas ellas constituían en esencia una sola.[6] La conexión de la ciencia con la teología natural permitía a la primera gozar de una posición cultural que quedó modificada con la publicación de la obra de Darwin, produciéndose una alteración en la integración que había existido hasta ese momento de la ciencia en la cultura cristiana (Yeo, 30).[7]

No obstante, Richard Yeo considera un error pensar que esta posición cómoda que disfrutaba la ciencia –como consecuencia de su relación con la teología natural durante en la primera mitad del siglo–, configuraba un 'contexto intelectual común' exento de problemas, y en el que se disipaban por completo ciertas inseguridades de la ciencia como actividad cultural. Yeo afirma que en ese momento la ciencia todavía no gozaba de la autonomía y de la seguridad cultural e institucional que iría adquiriendo durante la segunda mitad del siglo, de modo que era una actividad marginal aún por definir, con un prestigio intelectual y cultural menor que la teología o el estudio de los clásicos. La ciencia tenía que reivindicar su

---

[5] Aunque Young identifica, en parte, la ruptura de dicho contexto con el surgimiento en ese momento de publicaciones de bajo nivel intelectual, lo cierto es que análisis recientes de las publicaciones periódicas –más exhaustivos que los realizados por Young-, muestran que durante todo el siglo XIX se produjo un desarrollo constante de distintos tipos de publicaciones dirigidas a públicos muy variados (Dawson y Topham, 5).

[6] La explicación materialista de la evolución mediante selección natural propuesta por Darwin, atacaba directamente la línea de flotación del *argumento del designio*, que constituía la piedra angular de la teología natural –que trataba de establecer la existencia y los atributos de Dios, y su relación con el mundo, a partir de la evidencia presente en la naturaleza y mediante el uso de medios cognitivos naturales (Shapin 2000, 180).

[7] No todos los autores están de acuerdo en situar la ruptura entre la ciencia y la teología natural en la segunda mitad del siglo. Algunos de ellos han identificado tensiones y riesgo de fragmentación en la teología natural como consecuencia del intento de acomodar el pensamiento científico dentro del marco de la teología cristiana, en un periodo previo a la publicación del trabajo de Darwin, en el que confesiones religiosas rivales respaldaban interpretaciones contradictorias de las teorías científicas (Yeo, 31).

propia legitimidad en busca del reconocimiento público. Por ello la reflexión metacientífica formaba parte de la empresa científica, y tanto el conocimiento científico como sus reivindicaciones intelectuales estaban incluidos en el debate público, dado que los científicos entendían que la opinión pública y las diferentes condiciones sociales y políticas podían afectar al avance de la ciencia. La comunicación de la ciencia dirigida a una audiencia no científica no sólo implicaba la transmisión de resultados científicos, sino que estaba ligada a la defensa de la ciencia misma en virtud de su propia naturaleza. Este hecho propiciaba la reflexión en torno al problema de hallar la forma más adecuada de comunicar la ciencia y capacitar al público para diferenciar entre el sentido común y la opinión informada, con la dificultad que ello acarreaba (Yeo, 36).

Young sostiene que la posterior desintegración del contexto intelectual basado en la teología natural, condujo al desarrollo de la especialización y al aumento de la profesionalización, dejando el ámbito de la popularización, salvo en contadas excepciones, a disposición de "escritorzuelos" con pretensiones de intelectuales y de amateurs más o menos competentes. Las cifras de creación de nuevas publicaciones en estas décadas pueden resultar significativas: entre 1860 y 1870 se crearon 170 nuevas publicaciones en Londres; entre 1870 y 1880, 140; entre 1880 y 1890, 70; y entre 1890 y 1900, 30. La publicación de libros baratos experimentó un crecimiento notable en este periodo, en buena medida debido a que los editores decidieron seguir los pasos de sus homólogos estadounidenses, pasando de publicar ediciones reducidas y caras a otras de mayor tirada y más asequibles económicamente, dirigidas a un mercado más amplio formado por la clase media y la clase trabajadora (Young, 153).

Durante las últimas décadas del siglo XIX un grupo de defensores del naturalismo científico –denominado el *X-Club*-, destacó no sólo por su compromiso con el fomento del conocimiento científico mediante la investigación y la organización eficiente de la comunidad científica, sino también por su promoción de los hábitos de pensamiento científico mediante la educación y la popularización.[8] Sus miembros se oponían a cualquier control externo de la ciencia por parte de las autoridades políticas o

[8] El *X-Club* estaba constituido por un grupo de eminentes científicos –Thomas Huxley, John Tyndall, Joseph Hooker, Edward Frankland, Thomas Archer Hirst, Herbert Spencer, George Busk, John Lubbock, y William Spottiswoode- que se reunieron mensualmente entre 1865 y principios de la década de 1890 con el propósito de debatir y aunar esfuerzos para lograr su objetivo común de fomentar la ciencia, unidos por su devoción a una ciencia libre y desvinculada de cualquier dogma religioso. Durante ese periodo su influencia fue notable en el desarrollo de la política científica en Inglaterra (MacLeod 1970, 311).

teológicas.[9] Trataban de fomentar aquellas concepciones naturalistas del hombre, de la naturaleza y de la sociedad que concordaran con los descubrimientos de la ciencia del momento. Confiaban en que la aplicación de la ciencia produciría tecnología, y en que el pensamiento crítico y científico se extendería por todas las áreas, de forma que el progreso de la ciencia conduciría al progreso económico e intelectual (Barton 1987, 114).

Uno de sus integrantes, Thomas Henry Huxley, percibió las obvias implicaciones religiosas del darwinismo, y creía que no había ningún punto en el que la ciencia y la teología pudieran encontrarse. Consideraba que frente al sometimiento a la autoridad y no a la verdad, propio de la teología, la ciencia enseña un 'fanatismo de la veracidad', una actitud saludable para ser aplicada al comportamiento cotidiano, y afirmaba que creer sin evidencia era un acto inmoral contra la propia naturaleza de uno mismo (Blinderman, 181).

Por lo tanto, el grupo de defensores del darwinismo –reducido en un principio– que a partir de la década de 1860 se opuso a que la Iglesia dictara las conclusiones a las que podían llegar, luchó por la autonomía de la ciencia, reivindicando su compromiso con la verdad (Lucas, 313).

Bernard Lightman expone tres razones que ponen de manifiesto la importancia del estudio de la popularización de la ciencia Victoriana para comprender los contextos sociales y culturales de la ciencia de la época (Lightman 1997, 190):

- Permite examinar las ricas interacciones entre la ciencia y la cultura Victorianas.
- Nos permite comparar dos modalidades de popularización, la de los científicos profesionales y la de los escritores no científicos, y las imágenes de la ciencia que se derivan de cada una.
- Nos muestra un modo narrativo y alternativo de transmitir la ciencia y de hablar de la naturaleza, con la intención de mostrar cómo la primera revela lo cósmico en las cosas corrientes.

Un estudio de este tipo requiere el análisis de los principales medios de expresión utilizados por los popularizadores, como las publicaciones periódicas de carácter general, las revistas populares de ciencia,

[9] En este sentido, Frank Turner señaló que el conflicto Victoriano entre ciencia y religión fue en parte un conflicto entre los portavoces teológicos y científicos sobre la autoridad intelectual (Barton 1987, 132).

las charlas públicas, los libros y, en menor medida, los museos. Este análisis pondrá de manifiesto las diferencias entre la popularización de la ciencia realizada por amateurs y por profesionales, y desvelará las tensiones reflejadas en los textos de popularización relacionadas con el distanciamiento entre la ciencia y la teología natural.

1.1.3. El estudio de las publicaciones del siglo XIX

Las publicaciones periódicas fueron el principal medio de transmisión de cultura entre audiencias heterogéneas durante el siglo XIX. La ciencia ocupó un espacio significativo en estas publicaciones, lo que les hizo jugar un papel decisivo a la hora de configurar la comprensión pública de los diferentes aspectos teóricos y prácticos de la ciencia. En ellas el tratamiento de los contenidos científicos adoptaba formas muy diversas.

En enero de 1999 se puso en marcha un proyecto interdisciplinar titulado *La Ciencia en las Publicaciones Periódicas del siglo XIX* (SciPer) –en el que colaboraban el *Departamento de Literatura Inglesa de la Universidad de Sheffield* y la *Sección de Historia y Filosofía de la Ciencia de la Universidad de Leeds*. El proyecto estaba orientado a compilar un índice analítico del contenido científico de una variedad de publicaciones periódicas generales del siglo XIX. Con ello se pretendía facilitar el análisis tanto del lugar que ocupaban las ideas científicas en las publicaciones y en la cultura británica, como de los distintos discursos relacionados con la ciencia –provenientes de un ámbito no especializado–, y de sus interconexiones con el resto de contenidos publicados (Dawson y Topham, 2).[10] Fue concebido para proporcionar a los investigadores acceso a un tipo de fuente poco estudiada hasta ese momento, ya que los estudios realizados hasta entonces se habían centrado en un grupo bastante reducido del conjunto de este tipo de publicaciones. Esto les permitiría sacar a luz las representaciones y explicaciones que se ofrecían al público del siglo XIX sobre ciencia, tecnología, y medicina, en una amplia variedad de formatos y géneros; revisiones de trabajos científicos, ensayos de científicos popularizadores, informes de nuevos descubrimientos científicos, y artículos que, sin ser explícitamente científicos, hacían referencia a las ciencias (Cantor, Shuttleworth, y Topham, 165).

[10] Visítese la siguiente página Web para obtener más información sobre el proyecto: http://www.sciper.leeds.ac.uk/

Hasta el momento, el proyecto SciPer ha indexado 16 publicaciones periódicas, con un total de 7500 artículos relacionados de alguna manera con la ciencia, y ha facilitado abundante información sobre su contenido. Por lo tanto, SciPer supone una importantísima herramienta a disposición de los investigadores, y facilita la incipiente investigación en este ámbito. Un análisis pormenorizado de todo este material puede ofrecer la posibilidad de definir con más precisión y claridad la percepción que el público tenía de la ciencia al estar expuesto no sólo a artículos dedicados específicamente a ella, sino también a textos de ficción, poesía, noticias e incluso caricaturas.

A pesar del importante papel que jugaron las publicaciones específicas sobre ciencia y las publicaciones generalistas en la popularización, no podemos olvidar que existían otros medios para transmitir la ciencia al público, como enciclopedias, manuales, libros, conferencias –impartidas en diferentes sociedades e institutos de mecánica–, jardines zoológicos y botánicos, y museos. Los libros sobre ciencia, solían tener precios elevados y una circulación generalmente menor que la de algunas publicaciones periódicas. Durante buena parte del siglo XIX, el alto coste de los libros, junto con el crecimiento de la audiencia lectora, otorgó un papel relevante a las bibliotecas y a los clubes del libro.

Como consecuencia de las diferencias en el ritmo de producción, la estructura, y el contexto de lectura de ambos medios, el análisis de los libros puede proporcionar un tipo de información distinta a la obtenida de las publicaciones periódicas. Aunque lo cierto es que no existen estudios exhaustivos sobre los libros de ciencia del siglo XIX que se dirigían a una audiencia amplia. Los trabajos que se ha realizado en este sentido han dirigido el foco de estudio a un canon de obras escritas por figuras eminentes, sin tener en cuenta que en muchos casos no eran estas obras las que más difusión tenían entre un público general. Por lo tanto, estos trabajos más que reflejar la visión que tenía el público de la ciencia, muestran los objetivos de ese grupo restringido de popularizadores incluidos en dicho canon. Jonathan R. Topham sostiene que la escasez de información sobre quién leía y qué se leía realmente, podría subsanarse mediante el estudio de los distintos canales de distribución, producción, y consumo, de las estrategias textuales y formales de los libros, y de las prácticas de lectura. Pero se trata de un tipo de investigación que apenas ha comenzado a realizarse, como pone de manifiesto la iniciativa emprendida en 1996 en la

UK Open University, denominada *The Reading Experience Database (RED)* (Topham, 574; Dawson y Topham, 7).[11]

La mayoría de la gente tenía acceso a la ciencia gracias a las reseñas aparecidas en publicaciones periódicas generales. En el caso de las ideas expuestas por Darwin en *El Origen de las Especies* (1859), los artículos relacionados con el tema alcanzaban cifras de publicación y difusión muy superiores a las 1250 copias de la primera edición del libro y a las 3000 de la segunda (Dawson y Topham, 2). Además de reseñas de libros, estas publicaciones también incluían críticas y comentarios de las teorías expuestas, biografías de científicos, e incluso en ocasiones eran elegidas por estos para publicar sus trabajos originales. Algunas de las principales controversias científicas del siglo se disputaron en las páginas de este tipo de prensa. Durante el siglo XIX, en Gran Bretaña hubo una variedad inmensa de estas publicaciones, aunque muchas de ellas tuvieron una duración efímera. En 1976, la Universidad de Waterloo puso en marcha un proyecto –cuyo título actual es *The Waterloo Directory of English Newspapers and Periodicals 1800-1900*-, con el propósito de elaborar un catálogo analítico. Hasta la fecha el catálogo recoge 50.000 títulos, aunque se estima que a su conclusión la cifra ascenderá a 125.000 publicaciones, ya que en el presente el proyecto se encuentra en la segunda fase de las cinco previstas (Cantor, Shuttleworth, y Topham 162).[12] Como es de suponer, una variedad tan amplia de títulos abarca una gran diversidad de temas, géneros, autores, posiciones ideológicas, políticas y religiosas, y potenciales audiencias.

1.1.4. El despegue de las publicaciones de ciencia de carácter comercial

En 1980, W. H. Brock afirmaba que el carácter comercial de muchas de las publicaciones de ciencia del siglo XIX era un rasgo que había merecido escasa atención por parte de los investigadores, dado que

---

[11] Se trata de una base de datos cuya finalidad es reunir toda la información posible sobre qué leía, dónde, cuándo, y qué pensaba sobre ello la gente en Gran Bretaña –entre los años 1450 y 1945. Se puede obtener más información sobre esta iniciativa en la página Web:
http://www.open.ac.uk/Arts/RED/

[12] Para obtener información detallada sobre el proyecto de este catálogo se puede consultar la página Web:
http://www.victorianperiodicals.com/seriesH/default.asp

lo habían relegado a un segundo plano en favor de las publicaciones de las sociedades científicas y académicas. Sin embargo, los datos ofrecidos en 1976 por el entonces llamado *The Waterloo Directory of Victorian Periodicals, 1824-1900* –que incluía 28995 títulos–, mostraban que del total de las 535 publicaciones de ciencia incluidas en él, un 64 % eran de carácter comercial, mientras que el resto estaban financiadas por sociedades científicas y académicas.[13] Estas cifras indican que los promotores de las publicaciones científicas durante el siglo XIX procedían principalmente del ámbito comercial. Entre ellas se pueden distinguir diferentes tipos en función del público al que iban dirigidas; expertos, principiantes y amateurs de clase media, o artesanos y mecánicos de clase trabajadora. Brock considera que estas publicaciones comerciales cumplían una serie de funciones relevantes:

> "Aceleraban la publicación en tiempos en los que las actas de las sociedades científicas aparecían sin regularidad, o sólo una o dos veces al año; proporcionaban información científica de publicaciones extranjeras a aquellos que no tenían acceso a grandes bibliotecas; aireaban controversias y permitían que los asuntos involucrados se resolvieran rápidamente; aceptaban para la publicación investigación menor, y a veces trivial, de la que las sociedades científicas no podían ocuparse, de ese modo se continuó ofreciendo imágenes populares y culturales de la ciencia cuando estaban sufriendo el rigor de la especialización; por otro lado, a menudo aceptaban para la publicación resultados originales o especulaciones teóricas que eran consideradas poco ortodoxas por las sociedades.[14] En este sentido hacían que las sociedades científicas se mantuviesen alerta, rompían sus monopolios, y hacían que fueran menos autoritarias y exclusivistas de lo que podrían haber sido" (Brock 1980, 96).

---

[13] Ver la nota anterior.

[14] Por lo general, aunque no en todos los casos, a lo largo del siglo XIX la comunidad científica rechazó prácticas como la frenología, el espiritismo, la telepatía, el mesmerismo, la homeopatía, el estudio de fenómenos parasicológicos, y el estudio del aura. Todas ellas gozaban de una gran popularidad, movilizaban una gran cantidad de seguidores y aspiraban a ser consideradas como científicas, incluso por algunos científicos.
Por otra parte, durante el siglo XIX la cuestión sobre la existencia de otros mundos habitados tuvo una gran repercusión, siendo muy discutida en círculos científicos y populares. En la década de 1880 esta creencia se vio reforzada por los testimonios de algunos astrónomos que afirmaban haber observado formaciones geométricas en la superficie de Marte, a pesar de las discrepancias que existían entre los propios científicos respecto a la precisión de estas observaciones. Las técnicas cartográficas de la superficie de Marte propias de la época, contribuyeron a reforzar los argumentos de aquellos que defendían la existencia de una civilización marciana. Con el paso de los años, estos argumentos fueron encontrando la oposición de las observaciones de la comunidad astronómica, hasta que, alrededor de 1910, y gracias a la evidencia derivada del desarrollo de nuevas técnicas fotográficas, se produjo una disminución notable de la creencia popular en la existencia de una civilización marciana (Lane, 198).

La primera revista científica de carácter comercial fue *Philosophical Magazine*, creada en 1798 se encontraba a medio camino entre las publicaciones de las sociedades científicas y las publicaciones populares de ciencia que surgirían más adelante, puesto que tenía un tono más informal que las primeras y se dirigía a un mercado más amplio que el formado exclusivamente por aquellos que se dedicaban a la ciencia o estaban interesados en practicarla. En ella escribieron figuras científicas de primer nivel como Humphry Davy, Michael Faraday, James Prescott Joule, James Clerk Maxwell, Albert A. Michelson, y Edward Morley. A partir de 1814 se fusionó con otras revistas como *Nicholson's Journal*, *Annals of Philosophy*, y *The Edinburgh Journal of Science*, por lo que cambió de nombre (*The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science)* hasta que de nuevo recuperó el original en 1949.

Por lo que respecta a las publicaciones populares de ciencia, comenzaron a aparecer en la década de 1820, aunque fue en las décadas de 1830 y 1860 cuando se produjo su mayor expansión coincidiendo con el desarrollo de una serie de nuevos medios tecnológicos aplicados a la impresión, como la invención de la prensa de vapor en 1814, las nuevas técnicas de estereotipia, la introducción del papel de pasta de madera blanqueado químicamente, y las tapas de tela. Todo ello, acompañado de la disminución y eliminación de ciertos impuestos, contribuyó al abaratamiento de costes y al aumento de la producción del mercado editorial, y favoreció el incipiente mercado de masas.

Las publicaciones estaban gravadas con tres impuestos heredados del pasado, denominados 'impuestos sobre el conocimiento'; el del timbrado fiscal, el de los anuncios, y el del papel. Se trataba de impuestos que dificultaban la creación de nuevas publicaciones ya que reducían su rentabilidad. El primero de ellos –que se había introducido en 1712 por la Ley de Prensa, con el fin de frenar el desarrollo de periódicos– tuvo como consecuencia que el precio de los periódicos diarios y el de las publicaciones semanales, mensuales y trimestrales, estuviese fuera del alcance de la clase media-baja y de la clase trabajadora, de tal forma que sólo los grupos con ingresos más altos podían acceder a ellas. Fue un impuesto que dificultó la fundación de publicaciones en las provincias, puesto que el papel tenía que ser transportado para ser sellado en una de las Oficinas de Timbrado del país creadas para ello, y luego tenía que ser transportado nuevamente, lo que encarecía los costes y provocaba que la mayor parte de las publicaciones estableciese su sede en Londres, Edimburgo o Dublín. Otra de las consecuencias de este impuesto fue la creación de bibliotecas públicas, a las que acudían los lectores que no se podían permitir

pagar el precio de las publicaciones pero sí la suscripción anual de la biblioteca que las recibía. Con el correr de los años los criterios de aplicación del impuesto fueron suavizándose hasta que en 1853 se abolió para las publicaciones mensuales, y en 1855 para las diarias y semanales.

El segundo de los impuestos que gravaban a estas publicaciones era el impuesto sobre los anuncios –vigente durante el mismo periodo que el anterior–, que exigía el pago de una determinada cantidad en función de los anuncios que aparecían en la publicación. Por último, el impuesto sobre el papel oscilaba en función de la calidad del papel empleado, lo que hacía que las revistas baratas imprimiesen en un papel de calidad inferior y limitasen su tamaño. Entre otras razones, los nuevos métodos de fabricación de papel con costes más bajos hicieron que en 1861 este impuesto fuera erradicado.

La disminución de los gastos de franqueo, en 1840 y 1870 para el interior del país, y en 1875 para el extranjero, también incidió favorablemente en el crecimiento de estas publicaciones, provocando el aumento del número de suscripciones y la reducción de los gastos de distribución (Brock 98; Altick, 331, 354).

Cuando una revista comercial quería ofrecer información sobre el contenido de las actas de algunas de las sociedades académicas, existía la posibilidad de que el autor de una ponencia leída en una reunión se opusiera a su difusión si tenía pensado publicarla en otra revista o utilizarla como parte de un libro. Además, algunas sociedades impedían a los reporteros de las revistas tomar notas durante el transcurso de las reuniones, de manera que tenían que informar de memoria, si bien es cierto que hasta la década de 1820 las sociedades no prestaban demasiada atención a este asunto. En 1825 se sentó un precedente judicial que afectaba a los derechos de reproducción, al proteger las charlas privadas con un copyright estableciendo que el autor de cualquier composición literaria tenía derecho a impedir su publicación hasta que él decidiera hacerla pública. Esto condujo a la discusión en el Parlamento de una ley concebida para impedir la publicación de charlas sin consentimiento, conocida como *Lectures Copyright Act*, de 1835. Se trataba de una ley que establecía las condiciones en las que se podían publicar las charlas impartidas en lugares públicos y privados, retribuidas o no, y las acciones legales que tenían que seguir aquellos autores que querían proteger sus discursos. A juicio de Brock, era una ley bastante engorrosa y realmente poco conocida y aplicada por los autores, además, lejos de impedir la aparición de ciencia en las publicaciones comerciales, es posible que animara a los directores a buscar el permiso de los autores a cambio de incentivos económicos (Brock, 104).

La conjunción de los avances en la tecnología de la impresión, con la desaparición o reducción de los impuestos y de los gastos de franqueo, y la legislación de los derechos de reproducción, unida a una demanda creciente de un público más alfabetizado y con más tiempo libre, allanó el camino para la creación de publicaciones comerciales de ciencia, que alcanzó los máximos niveles en los años 1836, 1855 y 1861. Además, en la década 1860 se anularon los impuestos de importación de literatura extranjera, lo que produjo el incremento de la llegada de información científica desde otros países y permitió la posibilidad de divulgar más fácilmente resúmenes y traducciones de dicha información. Por último, el desarrollo de nuevas infraestructuras como la implementación del telégrafo eléctrico, la mejora de los medios de transporte, y la creación de instituciones populares educativas –como las bibliotecas públicas–, facilitó el acceso de un mayor número de personas a este tipo de lectura, al mismo tiempo que se produjo también el aumento de la publicación de revistas especializadas, y de revistas de ciencia generales semipopulares en las décadas de 1880 y 1890 (Brock, 105).

Este conjunto de circunstancias contribuyó a que en 1890 hubiese en el mercado un total de 80 publicaciones de ciencia comercial frente a las 5 que existían en 1815. No obstante, salvo contadas excepciones muchas de estas publicaciones fueron desapareciendo con el tiempo, frente a la perdurabilidad de las publicaciones de las sociedades académicas.

1.1.5. La popularización de la ciencia en las publicaciones periódicas generales

El principal medio empleado por los hombres de ciencia para transmitir su discurso público –que incluía conocimientos científicos y el intento de legitimación de la ciencia como parte del debate cultural– fue el de las publicaciones periódicas de carácter general. A pesar de que los lectores estaban acostumbrados a un nivel de debate culto cuando recibían información sobre diferentes temas, el lenguaje de la ciencia que aparecía en ellas suponía en ocasiones un problema, debido al uso de términos técnicos que podían dificultar el debate común (Yeo, 38). Estas publicaciones eran una de las instituciones socioculturales que constituían la 'esfera pública' burguesa del siglo XVIII, un ámbito en cuyo surgimiento la ciencia había jugado un papel muy importante:

> "…un espacio donde los seres humanos podían conquistar su autonomía y ejercerla mediante la expresión de sus ideas y opiniones, y donde los individuos establecían sus relaciones sin la mediación del Estado o, en todo caso, mediante la crítica y el discurso racional. Este espacio donde las ideas podían explorarse y discutirse libremente estaba constituido por diversas instituciones, organizaciones y lugares como las logias masónicas, las conferencias públicas, los cafés, las bibliotecas de préstamo, las reboticas de las farmacias, las exposiciones de arte, las representaciones teatrales, además de las tertulias, academias y sociedades públicas y privadas y los salones" (Ordóñez, Navarro, y Sánchez Ron, 376).

Ya en el siglo XIX, las publicaciones periódicas de carácter general llegarían a ser el foro dominante para el debate cultural entre la clase media-alta y la elite gobernante, y uno de los últimos bastiones de esa 'esfera pública' en dicho siglo. Las transformaciones que fue experimentado la 'esfera pública' a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX tuvieron su reflejo en las propias publicaciones; una progresiva diferenciación entre el público lector culto, minoritario y homogéneo que había existido hasta ese momento, y un incipiente, y más amplio, grupo de lectores con diferentes gustos literarios. Además, hacia mediados del siglo XIX, la reforma democrática contribuyó a fragmentar el que hasta entonces había sido el principio unificador del público, a saber, la crítica social fundada en unos valores políticos y sociales compartidos en favor del derecho al voto, lo que produjo, a su vez, una fragmentación del público.

Estas transformaciones afectaron a las propias publicaciones Victorianas de la primera mitad del siglo, de manera que se puede observar en ellas; una inclinación a la politización e ideologización; una proliferación de publicaciones no restringidas a las clases cultas, que también formaban parte del debate político y cultural; y una tendencia hacia un estilo expositivo más general y sintético. La última de ellas –consecuencia necesaria de la diversificación del público y de la especialización del conocimiento en las diferentes áreas– suscitó entre ciertos sectores el temor de que el conocimiento profundo se estuviese convirtiendo en mera información superficial, aunque lo cierto es que no evitó que en algunas publicaciones continuaran apareciendo textos que no estaban al alcance de todos los públicos (Yeo, 41). La politización de las publicaciones afectó también a los temas científicos, aunque en menor medida que a otros temas, y en algunos casos las convirtió en un espacio en el que grupos rivales luchaban por granjearse un mayor apoyo, como sucedió en el caso del debate generado en torno al utilitarismo.

La popularización llevada a cabo durante la primera mitad del siglo en Gran Bretaña, y también en Estados Unidos, estuvo dominada por el vínculo entre la ciencia y la teología natural y, por lo tanto, por las consecuencias de la imagen del mundo derivada de tal vínculo. Desde esta perspectiva las leyes de la naturaleza eran una expresión de la voluntad divina, y la complejidad que albergaba el diseño del mundo natural apuntaba a la necesidad de postular la existencia de Dios como su artífice. El énfasis que ponían algunos popularizadores próximos a las clases más altas en la idea de que la ciencia hacía más comprensible y claro el diseño y orden de Dios, iba más allá de una mera explicación sobre la configuración de la realidad y ponía de manifiesto su preocupación por el mantenimiento de un determinado orden social –en contraste con aquellos que entendían la ciencia precisamente como un instrumento de cambio de dicho orden–, puesto que percibían que su autoridad moral había disminuido. Como afirman Gregory y Miller, entre las diversas intenciones que los popularizadores tenían durante la primera mitad del siglo XIX se observa que "querían llevar a las masas el gusto y el beneficio moral del conocimiento; querían desvelar la mano de Dios en la Naturaleza; querían, al exponer el mundo como un sistema organizado y ordenado, mantener a las clases trabajadoras en su lugar" (Gregory y Miller, 23). Ya en los primeros años del siglo XIX se puede encontrar esta preocupación por la promoción de la estabilidad social mediante la difusión de la ciencia. Algunas publicaciones se proponían ofrecer información instructiva a precios suficientemente bajos como para llegar a lectores que, por otra parte, podrían tener acceso a panfletos políticos 'potencialmente peligrosos'. Así pues, se consideraba que el conocimiento científico daría a las clases más bajas "un interés directo en la paz y el buen orden de la comunidad, haciéndoles solícitos para evitar cualquier cosa que la pueda perturbar" (Sheets-Pyenson, 550). Janet Browne expresa esta misma idea con las siguientes palabras:

> "De hecho, las clases dominantes británicas en el ámbito de la cultura consideraban que la teología natural era uno de los baluartes más firmes contra la agitación social, puesto que reforzaba la idea de jerarquía estable, ese poderoso antídoto contra la insurgencia civil y la rebelión" (Browne, 27).

Estas circunstancias muestran que la vinculación entre ciencia y teología natural no evitaba ciertas vicisitudes que afectaban a la primera, y que durante la primera mitad del siglo quedaron reflejadas en este tipo de publicaciones de una manera muy especial. De esta manera, como ya se ha dicho, los

hombres de ciencia las eligieron como el principal medio para exponer al público general sus planteamientos científicos y metacientíficos, como consecuencia de la necesidad de defender, justificar, y explicar su actividad.

El que las publicaciones periódicas generales fueran uno de los foros culturales e intelectuales más importantes del siglo XIX, no era consecuencia únicamente de su gran variedad, sino también de la importancia de sus colaboradores y de sus lectores. Las más célebres eran las revistas de reseñas en las que se divulgaban y evaluaban libros, folletos, y discursos. Y es precisamente esta relevancia pública la que propició que los defensores de la ciencia se esforzaron por buscar un hueco en ellas, no sólo con el propósito de fomentar su actividad y reivindicar su autoridad intelectual, sino también con el fin de educar e instruir al público, cumpliendo de esta forma la doble labor de mejorar la comprensión pública de la ciencia y el estatus de los científicos. Los propios científicos comprendieron la importancia de una reseña favorable, dado que además de difundir su trabajo entre una audiencia más amplia, suponía una evaluación positiva por parte de uno de sus colegas. Pero a pesar de que las publicaciones se convirtieron en un medio decisivo a través del cual la ciencia –por aquel entonces, una actividad marginal desde el punto de vista cultural– trataba de mejorar su posición, es necesario señalar que debido a las peculiaridades de la ciencia, existían ciertos obstáculos que dificultaban esta tarea.

Las reticencias del mercado editorial a publicar libros de ciencia en las primeras décadas del siglo, limitaba la aparición de reseñas que nutrían a las publicaciones periódicas, por lo que las informaciones sobre experimentos y descubrimientos científicos quedaban confinadas en su mayor parte a las actas de las sociedades científicas e, incluso, a las enciclopedias. Por otra parte, a diferencia de lo que sucedía con la publicación de otros temas, en los de carácter científico no se utilizaba tanto el anonimato –vinculado al hecho de que los artículos representaban la posición de la revista– para abordar cuestiones polémicas. Esto se debía a que los hombres de ciencia estaban interesados en no transmitir una imagen de la misma que pudiera identificarla con una práctica cultural amenazante –algo que el anonimato podía contribuir a intensificar–, lo que no suponía la ausencia total de temas científicos que podían dar lugar a confrontación o polémica, como sucedió cuando la *Edinburgh Review* y la *Westminster Review* atacaron los programas académicos de Cambridge y Oxford por su ausencia de ciencia (Yeo, 83). Un tercer aspecto que también podía significar un obstáculo estaba relacionado con la dificultad de encontrar escritores que fuesen capaces de redactar reseñas que además de entretener al lector, salvaguardaran el rigor científico y aseguraran la inteligibilidad de la información transmitida. Los hombres de ciencia podían

resultar densos y demasiado arduos de seguir, con la consiguiente pérdida de interés por parte del lector, mientras que los escritores no especialistas podían ofrecer una imagen demasiado superficial. Por otro lado, existía la opinión de que los lectores de reseñas preferían que los temas de ciencia se presentaran relacionados con temas filosóficos o religiosos, en lugar de ser tratados de una forma más técnica y aislada, algo que añadía una grado de dificultad puesto que exigía que los autores no sólo fuesen capaces de dominar el tema en cuestión, sino también de mostrar sus posibles vínculos con otros temas.

A pesar de las dificultades expuestas, la presencia de la ciencia en las publicaciones generales ocupaba una proporción superior a la que cabría esperar si se tiene en cuenta que los libros de ciencia representaban una pequeña fracción del total de libros publicados, y que en estas primeras décadas del siglo la ciencia era una actividad culturalmente marginal. A este respecto, Yeo nos facilita cifras de la proporción de los artículos de ciencia en las tres principales publicaciones generales de la época, entre 1830 y 1840; la *Edinburgh Review* (de corte liberal), la *Quarterly Review* (de corte conservador), y la *Westminster Review*, en las que de un total de 473, 450, y 576 artículos, 45 (9,5%), 53 (11,8%), 25 (4,3%) eran de ciencia, respectivamente.

Entre los autores que escribían sobre ciencia en estas publicaciones durante la primera mitad del siglo destacan tres. El primero, el científico y profesor de matemáticas y de filosofía natural John Playfair, que entre 1804 y 1819 escribió más de 50 artículos relacionados con la ciencia en la *Edinburgh Review*. El segundo, el científico, inventor y escritor David Brewster, que entre 1833 y 1844 escribió 29 artículos sobre ciencia en esa misma publicación, y entre 1844 y 1863 escribió 77 artículos en la *North British Review*, además de hacer otras contribuciones al *Quarterly Review*, una actividad que le reportaba buena parte de sus ingresos. Y el tercero, el científico, abogado, político liberal, y escritor Henry Brougham, que entre 1802 y 1854 escribió 320 artículos de ciencia y otros temas en la *Edinburgh Review*, lo que le proporcionaba también un importante sustento económico. En menor medida que los anteriores, también fueron colaboradores de este tipo de publicaciones otros destacados hombres de ciencia de la época comprometidos con la difusión del conocimiento científico entre el gran público, como William Whewell, John Herschel, Charles Lyell, Baden Powell, y Augustus De Morgan, algunos de los cuales no restringían su colaboración a las principales publicaciones, sino que escribían además en enciclopedias de carácter popular o impartían charlas a audiencia variadas (Yeo, 81).

Peter Broks analiza el tratamiento que daban a la ciencia algunas publicaciones de carácter general entre los años 1880 y 1914. Centra su estudio en publicaciones de nivel popular y de circulación masiva, y relaciona dicho tratamiento con los cambios políticos, sociales y económicos del periodo analizado.[15] Por lo general, la audiencia de las publicaciones mensuales tenía un mayor poder adquisitivo y era menos popular que la de los semanarios. No parece que destacase ningún perfil concreto entre los encargados de redactar la información científica, había tanto escritores contratados como científicos profesionales, si bien es cierto que estos últimos solían ser figuras que habían alcanzado el éxito en su carrera y a los que se les pedía alguna colaboración esporádica. Algunos directores preferían contratar para escribir la información científica a periodistas en lugar de científicos profesionales, en este sentido las palabras de William Thomas Stead, director del *Cassell's Magazine*, son esclarecedoras al referirse a los inconvenientes de contratar a un experto para escribir un texto relacionado con su propia área de investigación, ya que en su opinión "…siempre olvida que no está escribiendo para expertos, sino para el público y asumirá que no es necesario decirles cosas que, aunque conocidas para él como el ABC, son no obstante totalmente desconocidas para el lector general" (Lightman 1997, 188). Un planteamiento que seguiría posteriormente la *Armchair Science*, una revista fundada a finales de la década de 1920 que se propuso acercar en un inglés sencillo los últimos avances científicos y técnicos a sus lectores.

El lenguaje científico era considerado a menudo como uno de los principales obstáculos a la hora de transmitir y acercar la ciencia al público, de forma que se tendía a evitar y a simplificar los términos técnicos, lo que provocaba algunas acusaciones de adulteración y distorsión. Las publicaciones mensuales incluían más contenidos científicos que las semanales, concretamente en el periodo analizado por Broks las primeras tenían de media un 10% frente al 4% de las segundas (Broks, 125).

La imagen de los científicos que se reflejaba en ellas era distinta en los textos de ficción y en los de no ficción, frecuentemente en los primeros se mostraba a un científico frío, distante, inhumano, loco, malvado, excéntrico, desaliñado, irascible…, mientras que en los segundos se atribuía a los científicos rasgos casi heroicos y virtudes consideradas poco frecuentes en otros ámbitos como el comercial y el político: honestidad, humildad, paciencia, desinterés, búsqueda de la verdad… Semejante conjunto de

[15] Las publicaciones analizadas son: *Pearson's Weekly, Pearson's Magazine*, *Cassell's Saturday Journal, Cassell's Magazine, Good Words, Cottager and Artisan, Clarion* y *Tit-Bits*. Además de estas publicaciones se estudiaron otras, aunque no de forma sistemática, sumando un total de 6000 números individuales.

virtudes hacía que incluso en las revistas con una mayor inclinación religiosa, alabaran la figura del científico independientemente de cualquier posible conflicto entre ciencia y religión. Así, a finales de la etapa Victoriana, la ciencia estaba investida de un halo de autoridad, por su seriedad, precisión, y veracidad.

Broks sostiene que era común en estas publicaciones representar la ciencia no como un método de aproximación al mundo, sino como una colección de datos y proezas o como un resultado práctico y útil, siguiendo la línea iniciada en la década de 1860, presentando la ciencia al público como un producto para ser aceptado más que para tomar parte en ella (Broks, 131). El final de la etapa Victoriana y el inicio del periodo Eduardiano en 1901, coinciden con un cambio en el tratamiento que estas publicaciones dispensaban a la ciencia. Se redujo al menos una cuarta parte de su contenido científico, y la tecnología perdió peso en favor de la historia natural, la medicina, la antropología, y la psicología. Además, se adoptaron posiciones ambivalentes hacia la tecnología, dado que junto al triunfalismo anterior florecieron ciertos temores. Broks identifica este cambio de actitud –desde la autocomplacencia hacia cierta desilusión–, con los cambios políticos y económicos producidos en Gran Bretaña en estos años (Broks, 136).

1.1.6. La popularización de la ciencia en las revistas de ciencia popular y en los libros

A juicio de Susan Sheets-Pyenson, las publicaciones de ciencia popular británicas de mediados del siglo XIX pueden clasificarse en tres tipos de acuerdo a su contenido: historia natural, ciencia general, y revistas de mecánica. Cada uno de ellos estaba dirigido a un grupo social específico, y existía una estrecha correlación entre formato, tema, precio, y circulación, de modo que los directores adaptaban sus contenidos para ajustarse a las expectativas de cada audiencia (Sheets-Pyenson, 551).

Las publicaciones de historia natural solían tener una periodicidad mensual o trimestral y eran las más caras y las mejor ilustradas, estaban dirigidas a una audiencia de clase alta y media, y no incluían contenidos tecnológicos y prácticos. Las publicaciones de ciencia general tenían un precio más asequible y una audiencia de clase media, e incluían contenidos relacionados con las aplicaciones de la ciencia y también con la ciencia pura. Por último, las revistas de mecánica, que por lo general eran semanales y las

más baratas, estaban dirigidas a los trabajadores de la ciudad y trataban temas más tecnológicos con el fin de proporcionar a sus lectores conocimientos que les permitieran mejorar su posición social.

Con miras a facilitar la comprensión de la ciencia estas publicaciones contenían ilustraciones y trataban de reducir al máximo el lenguaje técnico. Las de historia natural contenían una mayor cantidad de artículos originales, mientras que las revistas de mecánica y, en menor medida, las publicaciones de ciencia general tenían una mayor tendencia a nutrirse de una variedad de materiales provenientes de otras publicaciones, aunque también incluían artículos y reseñas de libros originales. En general, los encargados de las publicaciones defendían la heterogeneidad de los temas tratados, alegando que era una forma de estimular la curiosidad y de fomentar el interés del lector por conocer más informaciones, además de facilitar el acceso a diferentes contenidos que de otro modo serían demasiado caros y difíciles de conseguir para los lectores.

Como ya hemos visto, en la segunda mitad del siglo XIX se conjugaron una serie de avances culturales y sociales que contribuyeron a definir la popularización de la ciencia, como fueron las nuevas tecnologías de impresión, que posibilitaron el mercado de masas, y el aumento de una potencial audiencia lectora debido al crecimiento de una clase media culta cada vez más alfabetizada, acomodada y mejor retribuida. Entre los factores que contribuyeron impulsar el mercado de libros de popularización con una circulación masiva –mediante la aplicación de las nuevas tecnologías–, hay que incluir también el empeño individual de algunos editores que modificaron la práctica tradicional de producir pequeñas ediciones de libros caros (Topham, 578).

Los textos de popularización además de mostrar las implicaciones que tenían los nuevos descubrimientos científicos en la vida cotidiana, trataban aspectos sociales, religiosos, y políticos que despertaban un gran interés, lo que hacía de ellos un tipo de lectura muy demandada. El avance del proceso de profesionalización de la ciencia, y la configuración de un nuevo estilo de popularización por parte de una emergente generación de científicos naturalistas –como Huxley y Tyndall– que delimitaba claramente una imagen secularizada de la ciencia, significó el inicio de la clausura del discurso científico del se habían desmarcado en primer lugar estos últimos. Aquel discurso había incluido en sus textos posiciones antropomórficas, antropocéntricas, y puntos de vista teológicos, así como la participación de amateurs y escritores no profesionales de la ciencia. A juicio de Lightman, el empeño por secularizar la ciencia restringiendo la legitimidad de pronunciarse sobre temas científicos al círculo de los expertos,

implicaba una fractura entre la elite científica y el discurso público, puesto que contribuía al afianzamiento de un tipo de narración científica orientada a la comunicación entre expertos –salvo aquellas actividades de popularización llevadas a cabo por algunos científicos– y alejada del discurso propio de la cultura popular.

No obstante, de forma paralela al proceso de profesionalización se produjo también la proliferación de publicaciones y libros de ciencia popular a cargo no tanto de científicos profesionales como de periodistas y escritores, dado que dicho proceso y la dedicación a la investigación especializada apartó a muchos científicos de la actividad popularizadora. De esta manera, buena parte de los popularizadores que no eran científicos profesionales siguieron una línea continuista con el discurso abandonado por el mencionado grupo de científicos naturalistas. Así pues, transmitían la impresión de que ellos también participaban en la producción de conocimiento, frente a la progresiva y autoproclamada legitimidad de los científicos profesionales de erigirse en los únicos portavoces de la naturaleza. El éxito de esta popularización alternativa a la llevada a cabo por los científicos es un reflejo de la atracción que ejercían sobre el público (Lightman 1997, 191; Lightman 2000, 101).

Muchos de estos autores eran sacerdotes o mujeres, y en el caso de estas últimas la popularización suponía para ellas una de las pocas posibilidades de realizar una labor relacionada con la ciencia. Lightman identifica en los textos de historia natural de estos autores un estilo narrativo común a lo largo de la segunda mitad del siglo, diferenciado del que caracterizaba a los científicos profesionales y dirigido a atraer la atención de una gran audiencia. Para ello recurrían más a contenidos entretenidos e informativos que teóricos, implicaban al lector en la aventura de la búsqueda del conocimiento en la naturaleza, y ponían más empeño en transmitir la emoción y la fascinación suscitada por el mundo natural que en informar sobre la actividad propia de los científicos. Aunque no todos, muchos de ellos siguieron en sus textos la línea marcada por la teología natural, adaptándola a los nuevos descubrimientos científicos (Lightman 2000, 102).

Lightman nos muestra una serie de ejemplos de este tipo de narraciones y desvela algunos de los propósitos que tenían sus artífices cuando escribían sobre ciencia. Autoras como Margaret Gatty, Eliza Brightwen, y Arabella Buckley publicaban historias para niños que hablaban del mundo natural. Eran narraciones cargadas de un alto contenido moral, de significación religiosa y de trascendencia divina, ya que entendían que la ciencia servía de medio para determinar el verdadero significado de las obras de

Dios. Buscaban despertar en sus lectores el interés y el amor por la naturaleza y por el estudio de la ciencia, y para ello se ayudaban de diferentes modalidades narrativas. En ocasiones, sus narraciones, fantásticas o no, ofrecían relatos imaginarios basados en datos científicamente precisos, y en otras, contaban relatos anecdóticos sobre experiencias reales con la naturaleza. Por supuesto, muchas de sus obras tenían la oposición frontal de los científicos profesionales partidarios del naturalismo evolucionista (Lightman 1997, 193).

Popularizadores de éxito, por sus escritos y por sus charlas, como Richard Anthony Proctor, el reverendo John George Wood y Agner Mary Clerke, se valieron de los últimos hallazgos científicos para mostrar a los lectores la mano de Dios en el Universo, siguiendo todos ellos la tradición de la teología natural. Proctor, que llegaría a ser miembro de la *Royal Astronomical Society*, entendía sus escritos sobre astronomía como un medio de revelar la intención y el diseño divinos. Su estilo literario se caracterizaba por la claridad, algo que ayudaba a que sus obras alcanzasen cifras de ventas elevadas, como fue el caso de *Half-hours with a Telescope* (1868), una guía popular para el uso del telescopio como una forma de obtener entretenimiento e instrucción. Wood se dirigía a una audiencia interesada en las implicaciones religiosas de la ciencia moderna, y aspiraba a que fuese el propio lector el que dedujese la existencia de Dios del estudio de la naturaleza. En su obra *Common Objects of the Microscope* (1861), concibe el microscopio como un instrumento que nos permite acceder a un mundo que habla de la existencia, sabiduría, y poder de Dios. Así mismo, sus textos eran una invitación constante a que los lectores interesados diesen un paso más allá de la mera adquisición de conocimientos y se convirtiesen en productores de los mismos, por lo que les proponía la realización de sus propias investigaciones haciendo uso de instrumentos como el microscopio (Lightman 1997, 202). La compra de microscopios y telescopios se convirtió en una moda bastante común entre las familias de clase media, puesto que les proporcionaban un nuevo pasatiempo que aunaba instrucción y entretenimiento. El desembolso que suponía la compra de estos aparatos no estaba al alcance de los miembros de la clase trabajadora, pero existían otros tipos de iniciativas les eran más accesibles, relacionadas por lo general con la historia natural, como la identificación de especies naturales en excursiones al campo o en charlas impartidas en los bares. Era habitual que las publicaciones de ciencia popular de este periodo fomentaran la actividad científica amateur, incluso daban la posibilidad a los lectores de comunicar su observaciones científicas. Además, insistían en que todos los hombres poseían la misma capacidad para la compresión científica,

con el objetivo de animar a la participación, orientando la atención a los objetos cotidianos como fuente de la materia prima de la ciencia (Sheets-Pyenson, 553).

A partir de 1860 los directores de las publicaciones de ciencia popular comenzaron a asumir la función de portavoces u 'órganos de la ciencia', o de medios de comunicación entre la ciencia y un público que, sin estar involucrado profesionalmente en ella, estaba interesado en mantenerse informado de sus progresos. A juicio de Ruth Barton, tres eran las características que primaron en estos 'órganos de la ciencia': "proporcionar información científica relacionada con asuntos de interés general sobre una amplia variedad de temas, alentar el reconocimiento público de los beneficios de la ciencia, y proporcionar un medio de comunicación entre científicos de diferentes especialidades" (Barton 1998, 4). Entre la gran diversidad de formatos de estas publicaciones que representaban a la comunidad científica, se observa una tendencia progresiva hacia las publicaciones semanales, algunas de las cuales mezclaban contenidos científicos con contenidos literarios y artísticos con el fin de llegar más fácilmente a las personas ajenas a la comunidad científica –como era el caso de *The Reader*, fundada en 1864. Otras, como *Scientific Opinion* y *Nature*, fundadas en 1868 y 1869 respectivamente, únicamente incluían contenidos científicos, enfrentándose a la dificultad de que el público general de clase media alta, cuyo apoyo buscaban, se decantase por leer una publicación exclusivamente científica. En contraposición al estilo de *Nature*, Richard Proctor fundó la revista *Knowledge* en 1881, que entraría en competencia directa con aquella en el mercado de las publicaciones de ciencia popular, pero con un tono alejado de la visión jerárquica de la ciencia, propia de los científicos profesionales, que ponía en cuestión el dominio de estos. Dos estilos que hacían patente la tensión entre los objetivos de algunos popularizadores de la ciencia como Proctor y los de los científicos profesionales que reivindicaban el control de la comunidad científica (Lightman 2000, 105).

Lightman extrae dos conclusiones de su análisis de la popularización Victoriana; en primer lugar, sostiene que la cuestión sobre quién debía participar en la producción de la ciencia estaba todavía sin resolver en este periodo; la segunda conclusión se refiere a las diferentes consideraciones que existían en torno a los relatos que debían contarse sobre la naturaleza. Los científicos profesionales consideraban que estos relatos debían describir el funcionamiento de la naturaleza de acuerdo a la ley de la evolución, evitando toda referencia a causas sobrenaturales. Una visión que contrastaba claramente con la idea que tenía el otro grupo de popularizadores, cuyo planteamiento no se debía tanto a la ignorancia y a la

simplificación como a un intento de recrear los descubrimientos científicos con el propósito de dotarlos de significado para la audiencia de la segunda mitad del siglo XIX. Esta actitud se sostenía en la gran importancia que tenía la religión para dicha audiencia, y en la creencia de que la ciencia era una ayuda para la fe –a pesar de lo que dijeran los científicos profesionales (Lightman 1997, 205).

Tras realizar un análisis de los contenidos de cuatro de las publicaciones de popularización más representativas de la década de 1860, Ruth Barton abunda en la primera de las dos conclusiones de Lightman cuando sostiene que "los límites sociales e intelectuales entre ciencia e ingeniería, ciencia y religión, investigadores y profesores, y amateurs y profesionales, eran trazados de formas variadas en la década de 1860, y ese consenso estaba todavía siendo negociado" (Barton 1998, 28).[16]

Como hemos ido apuntando, el progresivo avance de la ciencia hacia la profesionalización fue marcando una tendencia en la popularización que la desvinculaba de la teología natural y de la ciencia amateur. Pero dicha tendencia no significó que ambas cuestiones desaparecieran completamente de las publicaciones, ya que en algunas de ellas siguieron presentes en diferentes grados adoptando nuevas formas más o menos sutiles, dependiendo de los directores y de los autores.

También se observa una tendencia a la disminución en la publicación de artículos con una función educativa y recreativa, redundando en favor del aumento de contenidos relacionados con desarrollos técnicos –que afectaban a la vida cotidiana–, con el progreso de la ciencia, y con temas que giraban en torno a la política y la ciencia, la industria, la educación, la salud y la seguridad pública. Una característica importante de la información publicada es la relación que se establecía entre los aspectos teóricos y prácticos de la ciencia, ya que la actitud hacia la utilidad de esta última variaba dependiendo de las publicaciones. Aquellas que eran partidarias de posiciones menos utilitaristas identificaban la ciencia con el 'amor a la verdad', como un signo de cohesión y de diferenciación de la comunidad científica frente a la ingeniería, e incluso frente a posiciones religiosas derivadas de la teología natural (Barton 1998, 30). El enfrentamiento entre los defensores de posiciones utilitaristas –entre los que destacó de manera especial

[16] Las publicaciones analizadas por Barton son: *Recreative Science: A Record and Remembrancer of Intellectual Observation* (se trata de una publicación que tuvo un periodo de vida comprendido entre 1859 y 1879, a lo largo del cual cambió dos veces de nombre: '*Intellectual Observer: A Review of Natural History, Microscopic Research, and Recreative Science*' y '*Student and Intellectual Observer of Science, Literature, and Art*'), *Popular Science Review, A Quarterly Miscellany of Entertaining and Instructive Articules on Scientific Subjects* (1862-1877), *Quarterly Journal of Science* (1864-1885), y *Scientific Opinion: A Weekly Record of Scientific Progress at Home and Abroad* (1869-1870).

el hombre de ciencia, abogado, y político liberal Henry Brougham– y los partidarios de una popularización orientada más a los contenidos teóricos que a los resultados prácticos de la ciencia, se remonta a las primeras décadas del siglo XIX, cuando afloró el debate sobre la educación del pueblo y la reforma educativa. Ante la propuesta de algunos utilitaristas de acercar la ciencia a la clase trabajadora, los partidarios de posturas más conservadoras expresaron sus reticencias afirmando que la popularización no siempre garantizaba el avance de la ciencia, y aducían que la necesidad de transmitir su relevancia social a grandes audiencias podía tener como consecuencia una divulgación de conocimiento superficial y una pérdida de respeto por el pensamiento profundo. Además, consideraban que tratar de captar la atención de la gente recurriendo a la utilidad de los descubrimientos científicos –en lugar de hacerlo mediante sus implicaciones teóricas– podía provocar la transmisión de una imagen de la ciencia no deseada por los propios hombres de ciencia (Yeo, 38).

1.1.7. Dos concepciones de la popularización

Sheets-Pyenson introduce una distinción conceptual, entre las nociones de 'ciencia de bajo nivel' (*low science*) y 'ciencia de alto nivel' (*high science*), mediante la que nos ofrece una explicación complementaria y enriquecedora de la escisión entre ambos tipos de popularizaciones:

> "Podemos introducir el término 'ciencia de bajo nivel' como una noción más global que la de 'ciencia popular'. Tradicionalmente se ha entendido la 'ciencia popular' como un reflejo simplificado de la 'ciencia de alto nivel' o 'ciencia académica'. Pero a menudo la 'ciencia de bajo nivel' se relacionaba con la 'ciencia de alto nivel' de una forma que no era tan directamente dependiente. Es más correcto concebir la 'ciencia popular' como un subconjunto de la 'ciencia de bajo nivel'; en concreto, es el tipo de 'ciencia de bajo nivel' que trata de hacer inteligible el discurso de la 'ciencia de alto nivel' a los no científicos. En algunas ocasiones, las publicaciones de 'ciencia de bajo nivel' pretendían establecer sus propios cánones de investigación, crítica, y explicación científicas. Por ejemplo, en sus descripciones de la relevancia científica de una invención científica o de una observación de historia natural, estas publicaciones transmitían el ideal de una 'ciencia de bajo nivel' experimental e inductiva, que podía ser entendida y producida por cualquiera. De vez en

cuando las publicaciones de 'ciencia de bajo nivel' se oponían con fuerza a los representantes de la clase científica" (Sheets-Pyenson, 551).

Aunque una parte importante del contenido de las publicaciones inglesas provenía de cartas, artículos, preguntas, y otros materiales que enviaban los lectores, los directores de las publicaciones elegían las contribuciones que se publicaban, y orientaban así –en función de sus propios intereses y aspiraciones– la línea ideológica que querían ofrecer a sus lectores. De esta forma, durante buena parte del siglo XIX no ejercían sólo de popularizadores de la 'ciencia de alto nivel', sino que a menudo se convertían también en creadores de una cultura alternativa de la 'ciencia de bajo nivel'. Así, hasta la década de 1860, los directores no promovían la profesionalización, sino que fomentaban la participación amateur, un empeño que se vio reflejado en la creación de sociedades científicas amateurs.[17] Los directores de estas publicaciones tenían ocupaciones e intereses muy heterogéneos, el único vínculo que les unía se reducía a su actividad como escritores de ciencia y científicos amateurs, pero entre ellos no existía una conciencia común sobre sus respectivos esfuerzos por popularizar la ciencia. Mientras que la proporción de popularizadores ingleses que tenían algún tipo de educación formal era superior a la de aquellos que no la tenían, la formación científica no era muy habitual entre los directores de estas publicaciones y rara vez poseían una licenciatura universitaria. La mayoría de ellos concebían la popularización como una distracción a la que dedicaban el tiempo que les quedaba tras sus actividades empresariales o sus pausadas investigaciones científicas, de modo que no era algo común que consagraran todo su tiempo a esta actividad (Sheets-Pyenson, 560). No obstante, cuando aumentó el número de lectores de las publicaciones, también aumentó la dedicación de algunos escritores a la

[17] Este tipo de sociedades se ubica dentro de uno de los dos modelos de asociacionismo científico que surgieron en el siglo XIX. El primero estaría constituido por sociedades de ámbito nacional fundadas con el objetivo de promover la ciencia y obtener un mayor grado de atención, a nivel nacional hacia, sus fines e intereses. La *British Association for the Advancement of Science* sería el representante principal de este modelo. El segundo modelo englobaba sociedades de carácter menos general, reuniendo a científicos y aficionados con intereses afines en torno a alguna de las especialidades emergentes –geología, física, astronomía, química, historia natural- "que, de modo creciente, se iban delimitando en la antaño omnicomprensiva filosofía natural". Es precisamente dentro de este segundo modelo donde encajan las sociedades científicas amateurs locales y provinciales, generalmente dedicadas a la historia natural, puesto que otras disciplinas exigían un nivel de conocimientos superior al que poseían los aficionados. Los denominados *Field Clubs* –cuyos miembros estudiaban la naturaleza de sus regiones y participaban en excursiones en las que recolectaban muestras- superaron en número a las sociedades más elitistas y con mayor nivel de exigencia. "De las 169 sociedades locales que se contabilizaban en Gran Bretaña e Irlanda en 1873, por lo menos 104 eran de esta naturaleza" (Solís y Sellés, 781).

popularización, convirtiéndose en una ocupación que les reportaría una parte importante del total de sus ingresos.

Fundamentalmente hasta la década de 1860, estas publicaciones populares de ciencia insistían en la igualdad de todos los hombres ante la ciencia y fomentaban la participación haciendo hincapié en la idea de la 'República de la Ciencia'. Apelaban a una filosofía inductivista y experiencial del descubrimiento y de la explicación científica, en la que se primaba los datos y la experiencia frente a las hipótesis y a las teorías, con el fin de llegar a las leyes generales. Por lo tanto, concebían el progreso científico como la acumulación de múltiples observaciones objetivas y descubrimientos de muchos observadores –hasta llegar a las generalizaciones de los hechos observados–, ayudados por el sentido común aplicado a las experiencias cotidianas y sin la necesidad de capacidades mentales extraordinarias. Se trataba de un planteamiento relacionado con la idea de que los hombres 'hechos a sí mismos' lograban cierta preeminencia gracias a sus propios esfuerzos. "La participación en la igualitaria 'República de la Ciencia' no exigía ni la manipulación habilidosa de los datos experimentales, ni la habilidad para construir cadenas de razonamiento teóricas y abstractas. Los practicantes científicos amateurs no necesitaban tampoco una educación o experticia o experticia, sino simplemente un entusiasmo para participar y comunicar sus datos a otros" (Sheets-Pyenson, 554).

Frente a esta visión de la actividad científica vinculada a la 'ciencia de bajo nivel', a partir de la década de 1860 se fueron imponiendo las posiciones de la comunidad de la 'ciencia de alto nivel' tanto en las publicaciones de ciencia general como en las de historia natural y en las revistas de mecánica. Estas publicaciones dirigieron su interés a la ciencia profesional y especializada, prestaron menos atención a los lectores interesados en las sociedades de amateurs y en la ciencia aplicada, y reemplazaron el 'ideal del emprendedor' –del trabajador de la ciencia hecho a sí mismo–, por el 'ideal del profesional', del experto científico. Las revistas de ciencia general comenzaron a incluir más contenidos de historia natural e ilustraciones en color, combinando características propias hasta entonces de dos tipos de publicaciones diferentes. De esta forma, la 'ciencia de bajo nivel' se fue convirtiendo en 'ciencia popular', y se pasó de animar a los lectores a participar en la cultura alternativa propia de la primera a facilitarles información de los logros de la 'ciencia de alto nivel'. No obstante, esta transición fue progresiva, y el ideal de la

participación y de la cooperación amateur dentro de la 'República de la Ciencia' democrática tardaría en desaparecer por completo (Sheets-Pyenson, 555).

A pesar de la existencia evidente de las dos líneas expuestas, buena parte de los estudios realizados durante el siglo XX sobre la popularización británica del siglo XIX se han centrado principalmente en la popularización llevada a cabo por los científicos profesionales, tales como Thomas Henry Huxley y John Tyndall, como si fuese la única corriente representante de mediados de la época Victoriana. Para observar cómo se ponen de manifiesto las diferencias y los cambios producidos en la forma de presentar la ciencia al público, puede resultar ilustrativo analizar las obras de tres representantes de ambos estilos, Robert Chambers, por un lado, y Huxley y Tyndall, por otro.

1.1.7.1. Robert Chambers

La vida y obra del escocés Robert Chambers (1802-1871) representa un ejemplo notable de popularizador que no pertenecía al grupo de los científicos profesionales sino al de los amateurs. Era un autor que no estaba preocupado por defender los intereses de la profesión científica, y sus esfuerzos por difundir los últimos hallazgos científicos –a lo largo de la primera mitad del siglo XIX– permitieron poner al alcance de su audiencia información que hasta ese momento sólo estaba a disposición de los científicos que asistían a reuniones científicas o que leían las actas de las mismas. El objetivo que le movía no era tanto provocar un cambio en el orden establecido como el entusiasmo por transmitir los conocimientos que consideraba importantes. Chambers era un naturalista amateur y autodidacta, y junto a su hermano William se lanzó a la aventura del mundo editorial con publicaciones relacionadas con la cultura escocesa. La buena marcha de los negocios le permitió dedicarse a escribir y a ampliar su bagaje de conocimientos con la lectura de obras científicas (Schwartz, 350). En 1832 William fundó la revista *Chambers' Edinburgh Journal*, una publicación semanal de bajo coste que fue incorporando contenidos sobre ciencia a medida que aumentaba la colaboración de Robert, que llegaría a tener su propia sección –titulada *Popular Information on Science*. Durante los primeros años, los temas tratados en dicha sección eran muy variados –con un interés especial por la historia natural–, estaban inspirados en las lecturas de literatura científica de Robert y tenían como propósito exponer las ideas que extraía de las mismas, con un estilo concebido para atraer la atención del lector y con un lenguaje sencillo y fácil de entender. Su

forma de escribir, cercana y ágil, lograba interesar al lector, y creaba entre su audiencia –de trabajadores y miembros de la clase media cultos– una percepción favorable de la investigación científica. Esta actividad serviría de preludio a todo el trabajo que desarrollaría posteriormente en la revista entre los años 1836 y 1837, un periodo en el que se dedicó a exponer algunas de las ideas sobre la evolución que más tarde darían lugar a su obra *Vestiges of the Natural History of Creation*, publicada de forma anónima en 1844.

En ocasiones, su carencia de educación científica formal le llevaba a cometer errores científicos, a tratar temas poco ortodoxos desde un punto de vista científico –como el de la combustión espontánea del cuerpo humano–, y "a ser más receptivo a muchas ideas nuevas sin las limitaciones y exigencias formales que la investigación científica rigurosa exigía" (Schwartz, 353). Sus textos incluían referencias a la sabiduría del Todopoderoso como responsable del orden de todo lo que existe, y su concepción de la evolución daba una imagen de la vida en progreso hacia estadios más altos de organización física y mental, bajo el control de leyes establecidas por Dios.

En *Vestiges* amplió, desarrolló y perfeccionó las ideas que había expuesto en sus artículos de 1836 y 1837, con el objetivo de mejorar el conocimiento de la humanidad y, por ende, su felicidad. Era una obra con forma narrativa que ofrecía una teoría completa de la evolución y en la que se conectaba por primera vez las ciencias naturales con la historia de la creación. En ella se hacía un recorrido por el origen y la evolución de la vida en nuestro planeta de tal manera que pudiera entenderla todo el mundo, desde los científicos profesionales hasta el público lego. Chambers confesaba en el libro su pretensión de mostrar la verdadera perspectiva de la historia de la naturaleza tratando de provocar la mínima alteración de las creencias existentes, ya fueran filosóficas o religiosas. Por esta razón procuró hacer poca referencia a doctrinas de ese tipo que pudieran ser concebidas como contradictorias con la suya, y no consideró oportuno presentar el libro como el lugar en el que dilucidar qué había de verdadero en su propuesta respecto a otras. Ante la posible objeción de que algunas de las hipótesis expuestas por él podían, a primera vista, no estar en armonía con las Escrituras, sugería la posibilidad de interpretar ambas posiciones de una manera armoniosa, de la misma forma que había ocurrido anteriormente con la geología, o con la filosofía natural, y las Escrituras (Chambers 1844, 388).

Con su decisión de publicarlo de forma anónima pretendía evitar las consecuencias negativas que un tema tan controvertido podía causar sobre los intereses comerciales de su familia. Sin embargo, aunque

durante su vida nunca admitió ser el autor –sólo una vez muerto se desveló su autoría–, para los lectores de sus artículos en *Popular Information on Science* no debía resultar difícil identificar los mismos argumentos en ambas publicaciones. Aunque el anonimato en los textos relacionados con la divulgación del conocimiento científico –dirigidos a una audiencia masiva en publicaciones periódicas, prensa general, o en obras de 'conocimiento útil'– era algo frecuente en buena parte del siglo XIX, no lo era tanto el hecho de publicar de forma anónima una obra como *Vestiges* que presentaba contenidos teóricos originales.[18] A pesar de que las ideas expuestas en la obra carecían de rigor científico, es cierto que facilitaban al lector la comprensión de temas de historia natural –fundamentalmente de lo relacionado con la evolución–, y además prepararon el terreno para la recepción de las teorías de Darwin, y de otros evolucionistas, bastante tiempo antes de la publicación de *El Origen de las Especies*. La obra tuvo una gran repercusión social, fue muy leída y comentada –tanto positiva como negativamente–, por una gran variedad de lectores procedentes de diversos estratos sociales.[19] Como afirma James Secord, "algunas personas leían *Vestiges* como el epítome del conocimiento científico; otras la rechazaban como el producto de un diletante: todo dependía de lo que cada uno consideraba que era un conocimiento profundo" (Secord, 21).

Ante la oposición y las críticas recibidas por parte de científicos profesionales, que atacaban su falta de formación científica y sus teorías no probadas, Chambers escribió un nuevo libro –también de forma anónima– titulado *Explanations: A Sequel to "Vestiges of the Natural History of Creation"* (1845). En esta obra alegaba que las carencias que le achacaban se veían compensadas al ofrecer una visión integral de la naturaleza, fundada en su amplia curiosidad intelectual. Además, afirmaba que en su obra se superaban dos limitaciones que consideraba propias de los profesionales; su dedicación a pequeñas áreas de la ciencia y su restringido interés a temas concretos –lo que les impedía mostrar una perspectiva global puesto que dejaban de lado otros temas del amplísimo espectro que abarcaba la ciencia–, y; la sospecha y desconfianza de los científicos de todo aquello que tenía una proveniencia ajena a las sociedades científicas y que estuviese más allá de ciertos datos y experimentos (Chambers 1845, 175).[20]

---

[18] Hasta la segunda mitad del siglo la publicación de artículos de forma anónima era una práctica muy común. Richard Yeo nos ofrece un dato muy significativo al respecto: "hasta 1870 aproximadamente el 97% estaban sin firmar" (Yeo, 78).
[19] Llegó a alcanzar un total de 14 ediciones durante el siglo XIX, con unas 40000 copias vendidas.
[20] El geólogo Adam Sedgwick afirmaba que aquellos que poseían la cualificación –de la que carecía Chambers- otorgada tanto

A pesar de que nunca recibió el apoyo de los científicos profesionales, ejerció el papel de educador científico –que más tarde sería asumido por aquellos–, y su trabajo sirvió para crear un clima favorable entre el público hacia teorías evolucionistas más rigurosas como la de Darwin.

1.1.7.2. Thomas Henry Huxley y John Tyndall

Uno de los representantes, por excelencia, de la otra línea de popularización durante el siglo XIX británico es Thomas Henry Huxley (1825-1895). Formado como médico, fue contratado como docente en la *Goverment School of Mines* de Londres en 1854, y asumió la presidencia de la Royal Society de 1883 a 1886. Realizó investigaciones de anatomía, paleontología, geología, química, y biología, obteniendo un amplio reconocimiento entre la comunidad científica. Consideraba que la divulgación de la ciencia era, entre otras cosas, un medio de defender el estatus de la ciencia profesional y de desafiar a la clase dirigente, representante del viejo orden en los ámbitos religioso, político y social, con el fin de instaurar las nuevas ideas de la ciencia y los valores de la creciente clase media. Confiaba en la capacidad de la ciencia para liberar las mentes de la gente corriente y para mejorar las condiciones de los más desfavorecidos, y juzgaba que sólo mediante la ciencia era posible el progreso de la humanidad. Por ello consideraba que era necesario hacer consciente al público de su importancia y de la relevancia de los desarrollos científicos para sus vidas, además, a nivel individual la ciencia les permitiría ser ciudadanos más responsables al librarles de razonamientos erróneos. Para conseguir estos propósitos no sólo realizó una importantísima labor como popularizador, sino que también defendió la introducción de la ciencia en la educación secundaria.

Compaginaba la dedicación a la enseñanza y a la investigación científica con otras actividades, como charlas y escritos para publicaciones tanto de carácter científico como de interés general. Su interés en divulgar la evolución y la obra de Darwin estaba motivado en gran medida por la creencia en que propiciaría el cambio de la sociedad británica. Consideraba que para realizar una tarea semejante no sólo

---

por el estudio profundo, como por el trabajo original en un campo de estudio, juzgaban *Vestiges* con aversión. Sedgwick consideraba que sólo aquel que realizaba el trabajo científico por sí mismo tenía derecho a darse aires de legislador sobre el mundo material, puesto que sólo él podía sentir la humildad que conllevan los repetidos fracasos, apreciar el enorme esfuerzo con el que había sido ganada cada nueva posición científica, y ser consciente de su profunda ignorancia (Barton 2003, 89).

era necesario poseer un carácter fuerte, sino también una formación científica formal y, por lo tanto, un conocimiento de los contenidos presentados al público. A diferencia de Chambers, no estaba interesado en las teorías abstractas de carácter general, lo que le llevaba a estar en desacuerdo con este tipo de popularizadores y científicos amateurs. Opinaba que sólo aquellos que tenían experiencia de primera mano sobre las complejidades de la naturaleza eran lo suficientemente prudentes en sus razonamientos y estaban capacitados para 'filosofar' sobre las implicaciones de los conocimientos científicos (Barton 2003, 74).

Escribió en diversas publicaciones periódicas y se dirigió a distintas audiencias –incluyendo mujeres y niños– con un estilo persuasivo, lleno de intensidad, claridad, cercanía, y coherencia, con una retórica imaginativa y poderosa, otorgando, además, mucha importancia a la estructura lógica de sus textos (Block, 363). Intentaba elaborar un discurso cuyos contenidos no resultasen ni excesivamente complejos ni excesivamente simples para el público. Su formación como científico influyó en el tratamiento que daba a los escritos en los que presentaba la ciencia al público, haciendo uso de la analogía, la descripción, la argumentación, el análisis, los métodos inductivo y deductivo, y enfatizando el experimento y la observación como propios de la lógica científica. También introducía en sus textos metáforas, diagramas, mapas y argumentos hipotéticos, de manera que no sólo se limitaba a transmitir conceptos y descubrimientos científicos –ayudado de técnicas narrativas que apelaban a la razón, a la imaginación, y a la emoción–, sino que también estaba interesado en transmitir las características de la investigación científica, algo que hizo de manera progresiva a medida que iba madurando como popularizador. Equiparaba la ciencia con el sentido común adiestrado y organizado, y en sus charlas mostraba a su audiencia cómo estaba implicada la ciencia en multitud de actos cotidianos que todos llevaban a cabo sin ser conscientes de dicha implicación. Concebía al popularizador como un intérprete cualificado de la naturaleza, capaz de traducir esa interpretación desde el lenguaje hierático de los expertos a la lengua vulgar popular de todo el mundo, con el fin de transmitir las emociones y los grandes pensamientos de forma que tocasen los corazones y fueran percibidos no sólo por unos pocos elegidos, sino por toda la humanidad. De este modo, para que el popularizador tuviera éxito en su labor, tenía que ser consciente de que cada tema, por extenso que fuera, podía abarcarse en un único discurso. Para ello debía

organizar cada frase como si se tratase de un eslabón de una cadena de ideas, "…esa confianza es la mejor manera de mostrar respeto a los lectores u oyentes" (Huxley).[21]

La primera de las muchas conferencias públicas que impartiría en la *Royal Institution of Great Britain* tuvo lugar en 1852. Sus charlas de popularización atraían a grandes audiencias en auditorios como la *Royal Institution* y en otros más frecuentados por la clase trabajadora. A estas últimas trataba de transmitirles las implicaciones y las conexiones de la evolución y de los métodos de la ciencia con cuestiones de la vida cotidiana, adaptándose a sus conocimientos previos con el propósito de lograr su apoyo a la ciencia y de mostrarles la grandiosidad del interés en ella.

> "Estaba decidido a popularizar la ciencia fuera del pequeño grupo de adinerados diletantes que venían a lucirse con sus mejores galas a la *Royal Institution*. …Descontento con sus audiencias de clase media, Huxley disfrutaba hablando a una 'audiencia humilde', y no escatimaba esfuerzos en hacer que sus discursos les resultasen tan persuasivos y cautivadores como lo eran sus charlas para los oyentes más sofisticados de la *Royal Institution*" (Blinderman, 175).

Durante las décadas de 1860 y 1870 dio charlas económicas a la clase trabajadora, y a principios de la década de 1860 adquirió y dirigió una publicación titulada *Natural History Review*, con el propósito de informar a los trabajadores sobre los nuevos descubrimientos en historia natural, aunque esta iniciativa no tuvo el éxito esperado. En revistas como *Contemporary Review* reseñó libros de científicos como Alfred Russel Wallace, y aunque en ocasiones difería de sus posiciones sobre las teorías expuestas, manifestaba su respeto hacia ellos y reconocía su competencia científica (Schwartz, 363).

En 1877 James Knowles fundó *Nineteenth Century* y le propuso a Huxley ser el corresponsal científico de esta revista –dirigida a la clase media y alta– encargándole la tarea de colaborar con informes breves sobre descubrimientos de la ciencia y con ensayos propios más detallados. Difundió el agnosticismo, el naturalismo científico, y el laicismo, y sus colaboraciones en esta publicación fueron muy populares, aunque no estuvieron exentas de polémicas. Por ejemplo, al manifestar su desacuerdo con William

[21] Huxley, T. H. *On Literary Style*, undated fragment, Huxley Papers vol. 49,f.55. http://aleph0.clarku.edu/huxley/Mss/Litstyle.html

Gladstone, y con otros miembros destacados del clero, cuando afirmaban que la explicación de la creación dada en el Génesis había sido confirmada por la ciencia natural. Huxley estaba muy interesado en diferenciar el fundamento de la investigación científica, la observación, y la experimentación, del fundamento de la doctrina religiosa, las Escrituras, o las revelaciones, y llegó a ser acusado junto a Herbert Spencer, por miembros de asociaciones católicas, de causar un detrimento de la moralidad por defender el materialismo de forma dogmática.[22] A pesar de haber sido considerado difusor del darwinismo social, él lo consideraba un abuso de la biología y discrepaba de la aplicación de la selección natural a la economía y a las relaciones sociales (Schwartz, 359).

El debate mente-materia también ocupó un lugar significativo en su obra, en 1868 publicó en *Fortnightly Review* un ensayo titulado *On the Physical Basis of Life*, en el que afirmaba que los pensamientos y el funcionamiento de la mente son la expresión de cambios moleculares o, lo que es lo mismo, de causas mecánicas. Una idea que ya había sido expresada por otros y que no era nueva para la audiencia de la época. No obstante, el artículo recibió numerosas críticas que sostenían que el hombre y, en particular, su voluntad eran únicos. Desde 1869 hasta mediados de la década de 1870, Huxley debatió tenazmente sobre el tema en la prensa periódica, no sólo en publicaciones mensuales y trimestrales –de un nivel intelectual y periodístico alto–, sino también en revistas y semanarios de nivel medio, dirigidos a la clase media. Además dio charlas sobre el tema a miembros de la clase trabajadora, con el propósito de llegar una audiencia lo más amplia posible (Block, 379).

En 1869 acuñó el término 'agnosticismo' para describir su posición filosófica y denotar la negativa científica a la hora de hacer afirmaciones sobre especialidades, como la teología, que estaban fuera del ámbito de su investigación. Afirmaba que el agnosticismo era la esencia de la ciencia, siendo un reconocimiento de la ignorancia sobre ciertas cosas que no podemos saber, como la existencia de Dios, y al mismo tiempo una profesión de fe de cosas que sabemos. Así que cuando en 1888 el reverendo Henry Wace dijo que declararse agnóstico era una forma de evitar declararse infiel y de esconderse tras ese término por falta de valor para admitirlo, Huxley lo entendió como un ataque personal y en su repuesta

[22] Al igual que sucedería con Tyndall, a pesar de que sus oponentes les acusaban de materialistas dogmáticos, Huxley "defendía el materialismo como una metodología, un programa, o una máxima de la investigación científica, pero no como una filosofía general". Él mismo negó serlo puesto que entendía que la filosofía materialista suponía un grave error, y explicó que usaba una terminología materialista porque era una herramienta necesaria para la expresión de conceptos científicos (Barton 1987, 134; Blinderman, 180).

alegó que él no tenía ningún problema con los aspectos morales de la religión (Schwartz, 372; Blinderman, 181).

El director de *Nineteenth Century* era dado a favorecer la publicación de estos enfrentamientos puesto que contribuían al aumento de las ventas, una actitud habitual también entre otros directores de publicaciones populares. En la época Victoriana estas polémicas podían llegar a ser consideradas controversias entretenidas, a medio camino entre el arte y el juego. Dichas controversias se reflejaban constantemente en los artículos de Huxley, que incluso llegó a reconocer la importancia del papel que jugaban a la hora de dirigirse a diferentes audiencias. Afirmaba que el esfuerzo que le exigía transmitir nociones científicas mediante una argumentación sencilla que pudiera ser entendida por una audiencia no instruida, sin cometer el error de oscurecer el significado con tecnicismos innecesarios, le ayudaba a aclarar sus propias ideas (Block, 371, Blinderman, 174; Dawson y Topham, 4).

Huxley no solía rehuir entrar en polémica con aquellos detractores del progreso científico que hacían hincapié en sus consecuencias negativas –y que consideraban que no mejoraba las condiciones sociales y económicas, y que creaba únicamente más competencia económica–, si se trataba de políticos, religiosos, u otras figuras ajenas al campo de la ciencia. Pero no acostumbraba a establecer debates sobre temas científicos con popularizadores o científicos amateurs como Chambers o su compañero de revista Petr Kropotkin, porque pensaba que no entendían la teoría de Darwin y que la interpretaban incorrectamente, de forma que no los tomaba en consideración por su falta de formación científica. No entró en polémica pública con ellos puesto que juzgaba que no servía para apoyar la causa de la ciencia y la biología evolucionista, ya que no constituían un peligro para ellas, a diferencia de lo que ocurría cuando sus adversarios eran teólogos y opositores de la evolución, representantes de la ignorancia y de la superstición religiosa de la clase dominante (Schwartz, 381).[23]

---

[23] Uno de sus enfrentamientos más citados, por la repercusión pública que tuvo, aconteció en una reunión de la *British Association for the Advancement of Science* celebrada en la Universidad de Oxford en 1860. Su contendiente fue el obispo de Oxford Samuel Wilberforce, que pretendía desacreditar la obra de Darwin apelando a la falta de pruebas que corroboraran su teoría y al desacuerdo que suscitaba la posición de Darwin entre reconocidas autoridades científicas del momento –no sólo eclesiásticas-, a excepción del grupo de darvinistas. A pesar de la discrepancia histórica de las fuentes que se refieren al hecho, la versión que ha perdurado a lo largo del tiempo –en la que el obispo desestimaba la teoría de Darwin fundamentalmente por la degradación de la dignidad y de la naturaleza humana que implicaba a su juicio- se centra de forma especial en una pregunta que Wilberforce le hizo a Huxley en un momento de su intervención, con la intención de ridiculizarle ante el público. El obispo le preguntó si descendía del mono por parte de su abuelo o de su abuela. Huxley respondió que ante la pregunta de si preferiría tener a un mísero simio como abuelo o a un hombre sumamente dotado por naturaleza, con grandes medios e influencia, pero que empleaba estas facultades y esa influencia con el simple propósito de ridiculizar en una discusión científica seria, sin duda

En los trabajos de popularización de Huxley, la retórica estaba al servicio de la ciencia, trataba de comunicar el entusiasmo del descubrimiento científico imitando las estructuras y estrategias de la investigación científica, con el fin de persuadir al lector o a la audiencia y de mostrar las implicaciones de la ciencia para los individuos y para la sociedad. A juicio de E. Block:

> "Son pequeños ejemplos que reflejan aspectos de una cosmovisión emergente. Crean el efecto del científico haciendo ciencia; también crean una audiencia que se concibe a sí misma como un observador que se vale únicamente del sentido común preciso y organizado. En esa doble creación reside gran parte del poder persuasivo de los trabajos. Crean un mundo científico coherente, nunca antes imaginado o descrito en tan breve espacio, de forma tan completa y cuidadosa. …reinterpretan con éxito el mundo, ante los ojos de la audiencia, dando a ese mundo una mayor coherencia y solidez" (Block, 385).

La actividad popularizadora de Huxley, al estar respaldada por su importante labor como investigador –a diferencia de lo que él mismo achacaba a Chambers–, fortaleció su reputación. Además se trataba de una actividad que le proporcionaba la solvencia económica necesaria para poder llegar a fin de mes como científico profesional, dado el gran éxito que tenían sus publicaciones (Knight 1996, 129).

Otro de los autores más representativos de la línea de popularización vinculada a la 'ciencia de alto nivel' fue el irlandés John Tyndall (1820-1893), doctorado en física en 1850 tras haber trabajado como topógrafo del ferrocarril y profesor de matemáticas en una escuela. En febrero de 1853 fue invitado a participar en una 'Disertación del Viernes por la Noche' en la *Royal Institution* de Londres, en la que demostró que sus cualidades como conferenciante se ajustaban al perfil buscado por los directores de la institución –alguien con claridad expositiva y capaz de suscitar el interés del público para asegurar la

---

declaraba su preferencia por el simio. Fue una polémica que hizo que la teoría de la evolución por selección natural saltara a la arena pública con bastante resonancia, y que marcó un antes y un después en la trayectoria de Huxley, le convirtió en el polemista más destacado del momento y pasó a ser considerado popularmente como un duro adversario en la defensa de ciertas posiciones científicas. Pero más allá de esta anécdota y de las dudas sobre la versión que ha prevalecido de lo sucedido y de lo dicho por ambos, conviene subrayar que el enfrentamiento supuso un hito en la defensa publica de las tesis darvinistas en un momento en el que las posiciones a favor y en contra estaban divididas en el propio seno de la comunidad científica, dentro de la cual los darvinistas constituían una pequeña minoría (Lucas, 1979; Blinderman, 171).

continuidad de la misma.[24] En mayo de 1853 fue nombrado profesor de filosofía natural, lo que suponía tener que desempeñar además de su labor como conferenciante –con un total de 19 charlas anuales– tareas de investigación. Su contrato le permitía impartir charlas en otros lugares, pero sólo podía ser profesor de la *Royal Institution*. Allí coincidió con Faraday –miembro de la institución desde hacía décadas–, con el que mantendría durante años una estrecha relación laboral y amistosa, y a quien admiraba como científico y como popularizador a pesar de no compartir algunas de sus ideas científicas y religiosas.

Tyndall concebía sus charlas como un equilibrio entre entretenimiento e instrucción –entre la habilidad para estimular y la habilidad para informar–, pero temía que como consecuencia de su empeño por resultar claro fuera acusado de superficial, lo que podría dañar su incipiente carrera como científico. Esta preocupación y su carácter perfeccionista y autocrítico le llevaban a preparar y a ensayar minuciosamente sus conferencias, cuidando al máximo los contenidos científicos –no sólo de carácter teórico, sino también las demostraciones experimentales–, y los aspectos retóricos y escénicos de sus exposiciones (Howard, 734). El uso de analogías y ejemplos extraídos de la vida cotidiana era frecuente en sus charlas, puesto que a su juicio ayudaba no sólo a asimilar más fácilmente los contenidos, sino que también animaba a la audiencia a ser participe de la investigación científica mediante la realización de experimentos sencillos.[25]

La actividad popularizadora de Tyndall no se limitaba a la *Royal Institution* y al tipo de audiencia que allí asistía, dio charlas en otras instituciones a públicos de diferentes edades y clases sociales, publicó libros y artículos de prensa, e incluso algunas publicaciones periódicas ofrecían las transcripciones de sus charlas. El tratamiento que hacía de los temas tratados variaba en función del tipo de público al que se

---

[24] Las 'Disertaciones del Viernes por la Noche' eran unas conferencias impartidas en la *Royal Institution*, e instauradas por Michael Faraday en 1826, como veremos más adelante.

[25] En 1863, el autor que realizó la reseña de sus *Charlas sobre el Calor* en la *North American Review*, afirmaba que la falta de experimentos reales a la hora de presentar las charlas a los lectores se veía "compensada por los ejemplos y por las explicaciones sumamente lúcidas. El hecho de que el conferenciante ha descubierto o desarrollado muchos de los fenómenos que él trata, da al trabajo una vida y un interés rara vez encontrados en las así llamadas 'charlas científicas populares'. Se convierte de ese modo, no en una árida recopilación de datos, sino en una historia ilustrada del progreso de la rama de la ciencia a la que el Profesor Tyndall ha dedicado muchos años de meticuloso estudio" (Brigham, 402).
Por otro lado, en 1875 el traductor de sus *Charlas sobre la Luz* expresaba "su más alta admiración por la claridad y la transparencia de las ideas y frases del Profesor, así como por el método de enseñanza a la vez analítico y sintético, realmente nuevo y admirable en sí mismo" ("Abbé Moigno's Translation…" *The Academy*, 580).

dirigía, y se adaptaba a su nivel y a sus expectativas. Nunca leía, y otorgaba al público un papel activo estableciendo con él un contacto directo y particularizado durante las sesiones ya que consideraba muy enriquecedor conocer de cerca las reacciones del público, tanto para mejorar la comprensión de este como para perfeccionar su propio método de exposición. Empleaba un lenguaje atractivo y animado, y las demostraciones experimentales que realizaba contribuían a mantener el interés del público. Tenía un éxito especial entre las mujeres y los niños, a estos últimos les resultaban muy entretenidas las charlas debido a las estrategias que empleaba para llamar su atención, algo que era considerado por algunos de sus críticos como indecoroso para un físico (Howard, 739).

Tyndall era consciente de que el efecto de sus charlas sobre las audiencias más jóvenes podía significar un primer contacto con la ciencia, un contacto que a su vez podía derivar en un interés duradero o pasajero –dependiendo del tiempo que cada uno dedicara después a asistir a otras charlas, realizar lecturas, etc.–, de forma que las charlas en sí mismas constituían más un estímulo que una fuente de aprendizaje. El físico inglés Oliver Lodge representa el éxito de la labor de Tyndall, puesto que admitió que cuando era adolescente asistió a una serie de conferencias impartidas por él, que resultaron decisivas a la hora de elegir su carrera científica.

La popularización le exigía más tiempo del que había pensado en un principio, cuando entró a formar parte de la *Royal Institution*, debido al cuidado con el que preparaba sus conferencias, puesto que buscaba los temas que consideraba más y los adaptaba al gusto y a la comprensión de las audiencias. Todo ello reducía considerablemente el tiempo que dedicaba a sus investigaciones sobre las propiedades magnéticas de los cristales, la relación del magnetismo y del diamagnetismo con la estructura molecular, la glaciología, el calor radiante, y la generación espontánea de vida. Aún así, según el registro de artículos científicos de la *Royal Institution*, a lo largo de los 33 años que permaneció allí, firmó un total de 145 artículos, mientras que las cifras correspondientes a su labor popularizadora ascienden a 51 'Disertaciones del Viernes por la Noche', 307 charlas de tarde, y 12 cursos de 'Conferencias de Navidad' que comprendían un total de 72 charlas (Thompson, 13; Smith, 331). Pese a su notable actividad

investigadora, el nombre de Tyndall ha quedado vinculado de manera más intensa a su claridad a la hora de transmitir al público sus métodos de investigación y los principios fundamentales de la ciencia.[26]

Las cifras de asistencia a sus charlas muestran su gran poder de convocatoria, especialmente a partir de la década de 1860.[27] A la hora de atraer al público tenía que competir con otras instituciones que ofrecían actividades o 'espectáculos' de popularización pensados más para entretener que para educar. Esto le obligaba a diseñar las charlas de tal forma que pudieran captar la atención de ese público y atraerlo con una puesta en escena espectacular, además de mantener el nivel educativo adecuado, propio de su reputación como autoridad científica. Con la finalidad de facilitar a los asistentes el seguimiento de sus argumentaciones introdujo la novedad de entregarles, al inicio de la charla, unos comentarios a modo resumen sobre los puntos más destacados que iba a tratar.

Por otro lado, en esta época era frecuente que las sesiones públicas de espiritistas y prestidigitadores atrajesen a un público numeroso, circunstancia que aprovechó Tyndall para tratar de captar a esas audiencias, desenmascarando este tipo de farsas mediante demostraciones experimentales con las que ponía de manifiesto las ventajas de emplear el tiempo asistiendo a charlas, o leyendo libros, de carácter científico, en lugar de perderlo con tales embaucadores. Se trataba de unas demostraciones que le permitían combinar una puesta en escena llamativa y espectacular con un trasfondo científico, mediante la exposición de los principios racionales subyacentes a sus experimentos (Howard, 746). De hecho, en virtud de su capacidad para tejer un discurso entretenido e interesante, sustentado en conocimientos científicos sólidos, era considerado como el mediador ideal por algunos miembros de la comunidad científica, por ser esta, a su juicio, una cualidad poco habitual entre los popularizadores de la época. Aquellos sostenían que con frecuencia los escritores científicos captaban la atención del público con

---

[26] En una ocasión, coincidiendo con su gira de charlas en Estados Unidos, manifestó su opinión sobre la aparición de los científicos en tribunas públicas, afirmando que el científico no debía descuidar su vocación investigadora por asistir a este tipo de tribunas, ya que era algo que podía ir en detrimento de su trabajo original de alto nivel. Esto no significaba que el investigador no pudiera cambiar el laboratorio por estas tribunas por razones especiales, como hablar sobre su propio trabajo, aunque era algo que generalmente deberían hacer otros. Resulta sorprendente que el propio Tyndall afirmase algo así, no sólo por su trayectoria como popularizador, sino también porque dichas palabras fueron pronunciadas en una tribuna pública, si bien es cierto que se justificó diciendo que él tenía una razón especial, dado que había aceptado la invitación que le habían hecho para concienciar al público americano y para explicarle la importancia de la investigación científica y el carácter de los científicos (Cohen 1959, 675).

[27] Entre 1853 y 1864, cuando la *Royal Institution* tenía una media de 800 miembros, el número de oyentes que asistía a sus 'Disertaciones del Viernes por la Noche' oscilaba entre 400 y 600. Estas cifras aumentaron a partir de 1865, llegando a 1000 oyentes en 1871, tantos como miembros tenía la *Royal Institution* por aquel entonces (Howard 2004, 744).

curiosidades que carecían de auténtico rigor científico, mientras que los científicos que contaban con los conocimientos apropiados, no poseían, a su vez, la habilidad necesaria para transmitirlos al público.

Más allá de su capacidad de comunicar la ciencia, otro de los méritos de Tyndall fue que, a diferencia de algunos físicos más ortodoxos, participó de forma activa en la defensa de la teoría de la evolución por selección natural, que en aquel tiempo era llevada a cabo principalmente por biólogos. Como consecuencia, y a pesar del prestigio que había adquirido como investigador, otros científicos –entre los que destacan William Thomson, James Clerk Maxwell, y Peter Guthrie Tait– trataron de desmerecer su autoridad atacando su labor como popularizador. Esta actitud no se debía tanto a que estuviesen en contra de la popularización en general –puesto que ellos mismos la practicaban–, sino a su desacuerdo con sus opiniones religiosas, con algunas de sus posiciones científicas, y con su forma de presentarlas al público al hablar en nombre de la ciencia.[28]

Tyndall concebía el trabajo del hombre de ciencia como la búsqueda de la verdad por la verdad misma, desmereciendo a aquellos que buscaban hacer dinero y a los que estaban limitados por el dogmatismo religioso.[29] En 1872 Tait –que sostenía que la supuesta incompatibilidad entre religión y

---

[28] En 1874 Tyndall fue el encargado de leer en Belfast el discurso presidencial del encuentro de la *British Association for the Advancement of Science*. Fue un discurso muy controvertido y de gran repercusión pública. Entre otras cosas, expuso sus posiciones en torno a la relación entre ciencia y religión, y afirmó que el mundo debía estudiarse desde un punto de vista naturalista y no desde uno teológico. Además, remontándose a los comienzos de la vida –siguiendo la teoría de Darwin de la selección natural-, fue más allá de la evidencia experimental y especuló con la posibilidad de que la vida debía de haber existido en los átomos de las nebulosas, concibiendo toda la materia como misteriosamente infundida de vida –admitiendo que la teoría de la evolución no llega al último misterio del universo-, lo que le hacía ir más allá del materialismo y sostener una concepción panteísta del universo.
Ruth Barton afirma que la imagen de Tyndall de materialista dogmático, transmitida por los historiadores y fundada en las acusaciones de sus detractores –debido a su oposición a la teología cristiana y a la religión revelada- no se corresponde con la realidad y es excesivamente simplificadora ya que no tiene en cuenta otros aspectos de su pensamiento. Puesto que, si bien es cierto que ante la elección entre teología natural, creacionismo, y teísmo, por un lado, y materialismo por otro, él optaba por la segunda opción, también es cierto que admitía sus límites y reconocía que no proporcionaba una completa filosofía de vida, aunque sí lo consideraba una filosofía adecuada para la práctica de la ciencia. De esta forma, situaba y conjugaba el materialismo dentro de una metafísica idealista más amplia, de carácter panteísta, al admitir un dualismo fundamental de conocimiento objetivo –conocimiento del mundo externo mediante el intelecto-, y conocimiento subjetivo –conocimiento de la vida interior aprehendida mediante la sensibilidad. Una filosofía con la que trataba de satisfacer tanto sus emociones como su intelecto, dado que a su juicio abarcaba tanto el orden natural como el moral. Según esto el materialismo proporciona una explicación completa en el ámbito de la ciencia, pero fuera de ese ámbito existe un amplio campo de experiencia ante el que el materialismo guarda silencio (Barton, 1987, 122, 134; Smith, 339).
[29] Él mismo predicó con el ejemplo demostrando que el deseo de hacer dinero no era su principal motivación. En 1872 entregó a unos administradores los beneficios obtenidos tras una gira de conferencias por Estados Unidos –un total de 2500 £, tras descontar los gastos que había tenido en los 4 meses que duró la gira. Alegando que su propósito no había sido ganar dinero lo destinó a promover la ciencia en ese país. La donación sirvió para establecer unas becas en Harvard, Columbia, y en la Universidad de Pennsylvania, que se otorgarían a estudiantes dedicados a realizar investigación original.
Así mismo, en 1859 le surgió la posibilidad de aspirar a una cátedra que había quedado vacante como profesor de filosofía

ciencia era proclamada únicamente desde las filas de la pseudociencia– salió en defensa de su amigo Thomson ante las insinuaciones que Tyndall había hecho sobre el interés de este por hacer dinero. Tait acusó a Tyndall de haber sacrificado su autoridad científica por haber ganado merecidamente un puesto destacado en el terreno popular, e introdujo la distinción entre el 'verdadero hombre de ciencia' y el 'presunto hombre de ciencia', con Tyndall en mente (Barton 2003, 88). De tal forma que el poner énfasis en su intensa actividad como popularizador era un medio de minar su autoridad en la ciencia, como si una dedicación a la popularización como la suya significase no poder alcanzar cierto nivel de autoridad científica.[30] Además, estos científicos consideraban que el estilo de presentación de Tyndall, su retórica, y sus contenidos eran un ejemplo de mala popularización (Howard, 751). Este desacuerdo muestra no sólo que incluso entre los propios científicos profesionales de la época existían claras divergencias sobre lo que se consideraba una adecuada popularización, sino que en el trasfondo de estas divergencias subyacían posiciones enfrentadas a la hora de interpretar la propia actividad científica y las consecuencias ideológicas o religiosas que de esta se derivaban.

Huxley y Tyndall, que estaban unidos por una estrecha amistad, cultivaron su propio estilo obteniendo como resultado un cambio en la forma de popularizar sus conocimientos con relación a otros hombres de ciencia que les habían precedido, como era el caso de Faraday. Un cambio de estilo que fue descrito con las siguientes palabras por un escritor en 1876:

> "El estilo dócil y retraído de Michael Faraday simbolizó la actitud de disculpa que adoptó la ciencia física cuando estaba siendo popularizada por primera vez. Ahora ya no es una doncella tímida y modesta, su rostro no conoce el rubor de la vergüenza, su semblante es arrogante y agresivo".[31]

---

natural en la Universidad de Edimburgo –cuyo sueldo de 1250 £ anuales era muy superior a las 200 £ que ganaba en la *Royal Institution*. A pesar de la insistencia de sus amigos decidió no presentarse siguiendo el ejemplo de Faraday, que años atrás había desechado una oferta semejante (Whitfield, 165; Smith, 338; Cohen 1959, 673; Thompson, 14).

[30] A este respecto, D. Thompson sostiene que el mayor servicio a la ciencia de Tyndall fue su labor de difusión de contenidos científicos entre el público, lo que no implica un desmerecimiento de sus investigaciones científicas originales, teniendo en cuenta el número de artículos científicos que publicó (Thompson, 17).

[31] Citado en: (Thompson, 17).

A pesar de ello, los estilos de popularización de Huxley y Tyndall también diferían entre sí. Durante un tiempo Huxley también impartió charlas en la *Royal Institution*, pero no le resultaba cómodo tratar con el tipo de audiencia que acudía a aquel lugar, su forma de comunicar la ciencia era menos educada y más agresiva que la de Tyndall, y se había granjeado fama de feroz polemista. Si Huxley trataba de convencer al público y casi forzaba su aprobación, Tyndall cautivaba a la audiencia y cuidaba al máximo los detalles de su puesta en escena. Tyndall tenía en mente los distintos intereses del tipo de público que asistía a la *Royal Institution* –una mezcla de miembros de la buena sociedad y de hombres de ciencia–, ante los que iba desarrollando el tema en cuestión elevando gradualmente el nivel de dificultad desde un punto de partida que pudiese ser comprendido por cualquiera de los asistentes, ayudándose de las demostraciones experimentales. Cada uno en su estilo, jugó un papel decisivo en la popularización de la ciencia en la segunda mitad del siglo XIX, y ambos fueron más allá de los meros argumentos utilitaristas en su defensa de la promoción de la ciencia, y apelaban a ella como un poderoso instrumento de educación de la sociedad en su conjunto (Thompson, 18; Smith, 338).

1.1.8. La popularización de la ciencia entre la clase trabajadora

Hasta el momento hemos hablado de la popularización refiriéndonos principalmente a las iniciativas dirigidas a los miembros de las clases media y alta, y apenas hemos mencionado alguna de las propuestas pensadas para la clase trabajadora. Incluso en las ocasiones en que hemos hecho referencia a la clase trabajadora, nos hemos centrado fundamentalmente en aquellos individuos que constituían la elite de esta clase, a saber, en los trabajadores especializados, artesanos o mecánicos, y no tanto en el resto de individuos que carecían de una especialización o cualificación específica y tenían un nivel adquisitivo menor. A juicio de Erin McLaughlin-Jenkins, este sesgo a la hora de delimitar y definir al 'público' obedece a un error que los historiadores han heredado de la clase media Victoriana:

> "…la definición de lo que constituye el 'público' ha sido dictada más por la relativa facilidad de conseguir documentos de la clase media que por la fidelidad a las realidades demográficas. El sector trabajador Victoriano representaba aproximadamente el 70% de la población, mientras que el sector de la clase media representaba alrededor del 20%. Esta inexactitud persiste porque las

suposiciones de la clase media Victoriana, sobre la incapacidad del sector trabajador para obtener y comprender ideas científicas difíciles en ausencia de enseñanza formal y sin el beneficio de los ingresos y el tiempo libre asociados normalmente al desarrollo intelectual, han convencido a los historiadores demasiado a menudo de que situar una amplia base de interés público en la ciencia es poco probable en el mejor de los casos" (McLaughlin-Jenkins 2003, 148).

Por esta razón este autor nos propone el análisis de una ruta de acceso alternativa a la popularización de la ciencia –a la que denomina '*low road*'–, alternativa respecto a la seguida por las clases medias y altas –'*high road*'. El hilo conductor de esa nueva ruta es la información obtenida mediante estudio de más de ochocientas autobiografías de miembros de la clase trabajadora, que ofrecen un material más amplio para poder evaluar la comprensión pública de la ciencia del siglo XIX, más allá de las actividades propias de las clases medias y altas. Mientras que los miembros de estas clases consideraban dicha *high road* –es decir, la ciencia propagada y controlada en las instituciones, programas de extensión universitaria, clubes, publicaciones periódicas, y demostraciones públicas de la elite británica– como la única fuente legítima de conocimiento científico, existían así mismo otros medios de transmisión de este conocimiento para la clase trabajadora –como estudios de día y de tarde, grupos de discusión local, sociedades de ayuda mutua, sociedades cooperativas, prensa de la clase trabajadora, reimpresiones económicas de libros de ciencia, conferenciantes laicistas, agitadores políticos– que no estaban controlados por esa elite de la clase media. Dichos medios se caracterizaban por servir de acceso barato a la información científica y a la educación informal, y formaban parte de los esfuerzos educativos de carácter general de la clase trabajadora. El aumento del acceso a la información permitió un mayor contacto del sector obrero con las ideas científicas, un contacto que podía tener distintos niveles; como limitarse únicamente a acceder a los cotilleos relacionados con la ciencia publicados en la prensa dirigida a la clase trabajadora; o acceder a información relacionada con las controversias científicas, aunque esto no significase que fuese entendida totalmente. Incluso algunos miembros minoritarios de la clase trabajadora reunieron el suficiente bagaje de conocimientos como para dedicarse a popularizarlo entre sus compañeros de clase.

Lo cierto es que la difusión de conocimiento científico dirigido a la clase trabajadora fue el resultado de un esfuerzo combinado, pero es la contribución de la propia clase trabajadora la que ha sido subestimada por los historiadores (McLaughlin-Jenkins 2003, 149).

Se ha aducido que la carencia de educación formal era la causa que impedía al público trabajador interesarse por la ciencia y comprenderla, y que su situación económica no le permitía acceder a la costosa literatura científica. No obstante, aunque es cierto que las carencias económicas implicaban una limitación en la educación formal, no es menos cierto que esta limitación no impedía a su vez otras formas educativas alternativas a aquella, como las que se generaban en el entorno constituido por la familia, los amigos y los vecinos. Por otro lado, la mayoría del público general no asistió a la escuela de forma regular hasta finales del siglo XIX y principios del siglo XX, además los programas escolares no solían ofrecer contenidos de ciencia y su inclusión dependía de la iniciativa de profesores particulares.[32]

También se ha aducido que la clase trabajadora no pudo participar en el estudio y la práctica de la ciencia debido a que el lenguaje propio de esta última era demasiado complejo para los que no poseían la alfabetización científica adecuada. A menudo se introduce la salvedad de ciertos grupos cualificados de la clase trabajadora –como los mecánicos, los autodidactas con ambición, y los naturalistas artesanos– a los que se atribuye una mayor facilidad para acceder a libros, revistas de mecánica, y a los institutos de mecánica, que al resto de trabajadores no cualificados.

En esta misma línea Richard D. Altick sostiene –en su estudio sobre los hábitos de lectura del lector común inglés del siglo XIX– que a pesar de que a finales de siglo el volumen de lectura de los trabajadores había aumentado notablemente respecto a mediados de siglo, este aumento se había producido, en general, de forma independiente a cualquier plan de educación adulta organizada, por lo que sus ideas eran burdas y con poco fundamento.[33] Sin embargo, entre los miembros de la clase

---

[32] En Inglaterra se introdujo la escolaridad pública obligatoria de forma oficial el 17 de Febrero de 1870, mediante la aprobación de la Ley de Educación Elemental, que establecía la escolarización de los niños entre 5 y 13 años. Hasta ese momento las escuelas de las parroquias asumían las tareas educativas financiadas por el Estado. La aprobación de la ley no supuso su aplicación de forma inminente en todo el país, y sería necesario esperar a futuras reformas para que esto ocurriera. Por otro lado, la ley no fue bien recibida por todos los sectores sociales, y algunos consideraban que la extensión de la educación a toda la población produciría desequilibrios sociales, dado que haría conscientes a los más desfavorecidos de su situación. Además la Iglesia no se sentía cómoda con la pérdida del monopolio educativo derivaba de la ley, al menos entre las clases más bajas. Uno de los puntos de la ley establecía el derecho de las familias a renunciar a la educación religiosa si lo consideraban oportuno, no sólo en las nuevas escuelas, sino también en las escuelas parroquiales. La legislación respecto a la educación secundaria no se introdujo hasta 1902. Por otro lado, por lo que respecta a la situación de las universidades, a parte de las históricas de Oxford y Cambridge, y la Universidad de Londres –que poco a poco había ido consolidándose desde que se fundara en la década de 1830-, las universidades provinciales empezaron a adquirir cierta relevancia a partir de 1870 y la educación universitaria sólo comenzó a obtener fondos del Estado a finales de siglo.

[33] El estudio de Altick no se centra en los hábitos de lectura de contenidos científicos, sino en lecturas en general, y aunque no ofrece datos concretos sobre los hábitos de lectura de temas científicos de la clase trabajadora, la información sobre los hábitos de lecturas generales pueden resultar muy esclarecedores si los extrapolamos al tema que nos ocupa, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, los primeros constituyen un subconjunto de los segundos.

trabajadora que eran artesanos y que aspiraban a pertenecer a la clase media –aquellos que más se beneficiaron de los institutos de mecánica, de las bibliotecas públicas de la segunda mitad del siglo, y de los libros y publicaciones baratas–, se puede apreciar un mayor progreso (Altick, 212).

Ante estas objeciones, McLaughlin-Jenkins nos recuerda que la ciencia Victoriana previa al avance de la profesionalización y la especialización, reunía una serie de características que la liberaban del carácter hermético que más tarde adquiriría:

> "Esta perspectiva de la ciencia tal y como era entendida y practicada en el siglo XIX pone en duda la separación histórica de la alfabetización científica de otros tipos de alfabetización, en el sentido de que la ciencia no estaba restringida a los textos abstractos o esotéricos de los profesionales. La ciencia Victoriana estaba arraigada en tradiciones de naturalismo amateur que eran anteriores a las clasificaciones profesionales modernas, y existía bastante flexibilidad en las definiciones de lo que constituía la actividad científica. La ciencia no era siempre difícil, ni siempre exigía enseñanza formal, aunque esto era menos cierto en física que en botánica. La amplitud y profundidad de la ciencia Victoriana permitía un compromiso básico de la ciencia en el nivel popular o en el del estudio más ambicioso de la geología, la fisiología, o la química; puesto que en el verdaderamente especializado, había siempre matemáticas y física" (McLaughlin-Jenkins 2003, 151).

De esta forma, las diferencias en el grado de especialización de las distintas ciencias, las hacían más o menos accesibles y atractivas para las audiencias con menor instrucción. Las charlas sobre ciencias observacionales como la astronomía, la historia natural y la geología, despertaban un mayor interés entre la clase trabajadora, hasta tal punto de que algunos de sus miembros fueron más allá de la mera curiosidad y se convirtieron en practicantes amateurs. En la prensa de la clase trabajadora se puede apreciar esta tendencia, aunque la diversidad científica en las publicaciones, charlas, clases nocturnas y, en general, en todas aquellas actividades que constituían la *'low road'*, indica que la ciencia Victoriana tenía una amplia base popular para la que la alfabetización científica no era un problema, y que los intereses de la clase trabajadora iban más allá de los de los trabajadores cualificados, como artesanos y mecánicos.

McLaughlin-Jenkins propone analizar aquellas publicaciones de la clase trabajadora que eran accesibles a obreros no especializados con bajo poder adquisitivo, de un modo similar a los estudios realizados para analizar el tratamiento que recibía la ciencia en las publicaciones periódicas –ya fueran de carácter general o más específicamente científicas– dirigidas a la clase media y alta, o a los mecánicos y artesanos de la clase trabajadora.[34] Así, mediante el análisis de la imagen de la ciencia que ofrecían estas publicaciones –y de la consiguiente percepción de la ciencia de sus lectores–, se pretende mostrar su relevancia cultural, social y política en el siglo XIX, pero en este caso en el ámbito de la clase trabajadora.

Puesto que el precio de la prensa científica estaba fuera del alcance de los trabajadores, con frecuencia se ha identificado erróneamente este hecho con la ausencia de interés de la clase trabajadora por la ciencia. El desenmascaramiento de este error pasa, a juicio de McLaughlin-Jenkins, por la búsqueda de ciencia en la propia prensa de la clase trabajadora.[35] Frecuentemente los análisis de contenido realizados por los historiadores sobre este tipo de prensa han limitado el interés de los lectores a las cuestiones partidistas de tipo político y a ficciones sensacionalistas, y han ignorado su amplio contenido científico, como artículos de interés científico general, noticias de conferencias y clases, recomendaciones de libros, artículos sobre teorías y celebridades científicas, análisis de la relevancia social de los hallazgos científicos, y editoriales sobre las ramificaciones sociopolíticas de la autoridad científica. Este autor muestra que en las publicaciones socialistas, laicistas, republicanas, y democráticas –el estudio no incluye otro tipo de publicaciones como la prensa moderada y la prensa de la clase trabajadora liberal, siendo así que las conclusiones que se extraen no pueden aplicarse a todo el espectro de la prensa de la clase trabajadora– late una marcada conciencia de la importancia del conocimiento científico en la emancipación personal y en la del conjunto la clase trabajadora, de forma que la ciencia podía ser entretenida y socialmente relevante al mismo tiempo (McLaughlin-Jenkins 2001, 449).

---

[34] En su análisis McLaughlin-Jenkins se centra en tres publicaciones de la segunda mitad del siglo XIX: *Scientific Siftings*, *Reynolds's Newspaper*, y *Justice*. Unas publicaciones con unas cifras máximas de circulación semanales estimadas de 21000, 350000, y 4000 ejemplares, respectivamente. Todas ellas tenían una periodicidad semanal, las dos primeras tenían un coste de un penique, y la última de dos (McLaughlin-Jenkins, 2001).

[35] En cierta medida podría pensarse que el estudio de R. Broks sobre la prensa popular, mencionado anteriormente, apunta esta misma idea dado que incluye alguna publicación de este tipo. No obstante, él no se centra específicamente en la 'prensa de la clase trabajadora' y emplea el término más genérico de 'prensa popular', dentro del cual caben otras publicaciones que caen fuera del ámbito específico que trata de analizar McLaughlin-Jenkins.

En ocasiones algunos de los propietarios de estas publicaciones pertenecían a la clase media, lo que no impedía que trataran problemas relevantes para la clase trabajadora. El *Science Siftings*, que adoptó una posición de centro-izquierda moderada –aceptando sin cuestionarse la ciencia liberal y la democracia capitalista liberal– realizaba una cobertura de temas científicos abundante y variada, tanto en temas como en formatos, y trataba desde cuestiones relacionadas con la información científica general y con la aplicación de la ciencia a la vida cotidiana, hasta la relación entre ciencia y sociedad. Asumía la metodología científica y la autoridad de los científicos en cuestiones que trascendían a la propia ciencia, y su posición respecto al significado social de la evolución era también moderada, al mostrar las implicaciones negativas y positivas de la evolución. "Educar a los trabajadores e implicarles en los debates sociales como participantes no revolucionarios, pro-democráticos e informados era el mandato subyacente aunque, en ocasiones, el periódico adoptaba una posición más abierta. ...La educación científica, la participación racional en la vida de la nación, la acción calmada frente a las emociones, y el lento progreso en una dirección moral y democrática conducirían a la armonía y el progreso" (McLaughlin-Jenkins 2001, 452). El *Reynolds's Newspaper* –una publicación republicana de centro-izquierda– se posicionó a favor de la mejora de la vida y de las condiciones de trabajo, y de una ciencia que apoyase estos objetivos. Ofrecía información científica de carácter general, e incluía reseñas sobre charlas científicas y de contenido educativo, así como anuncios de charlas dominicales que, por lo general, abordaban temas relacionados con las ciencias naturales. También se hacía eco de charlas que vinculaban contenidos científicos con sus contextos sociales, y que eran impartidas por grupos laicistas, socialistas, clubes de obreros y, en ocasiones, por anarquistas, con unos contenidos que eran un reflejo de sus respectivas ideologías, de modo que usaban la ciencia como un medio para validar y explicar la emancipación de la clase trabajadora (McLaughlin-Jenkins 2001, 455).

La tercera de las publicaciones, *Justice*, estaba situada ideológicamente más a la izquierda –en el socialismo revolucionario–, y era la publicación de la *Social Democratic Federation*. Sus contenidos giraban en torno a la política y al socialismo, y su concepción de la ciencia en general, y de la evolución en particular, se oponía a la del capitalismo liberal y le servía para justificar y propagar su ideología. Los artículos que publicaba "criticaban el lenguaje darviniano popular asociado a la selección natural –lucha, supervivencia, aptitud– afirmando que la ciencia burguesa omitía el paso final de la evolución: el colectivismo" (McLaughlin-Jenkins 2001, 456). Sostenía que el socialismo estaba fundado en una concepción de la ciencia objetiva frente a teorías biológicas erróneas como "la supervivencia de los más

aptos". Además, rechazaba la autoridad científica de la clase media, alegando que estaba contaminada por sus raíces burguesas. Rechazaba también a científicos como Herbert Spencer y, de forma más indirecta, a Darwin y Huxley, mientras que se hacía eco de voces como la de Kropotkin –partidario de una difusión de las verdades científicas consistente en hacerlas parte de la vida diaria al entregarlas a la propiedad común– que afirmaba que el socialismo era el resultado inevitable de la evolución.

A pesar de sus diferencias, las tres publicaciones analizadas coincidían en la necesidad de transmitir la idea del poder que emanaba del conocimiento científico. La ciencia servía para fomentar el desarrollo personal y la participación en debates sociales nacionales, algo que se consideraba necesario para alcanzar la emancipación de clase.

Además de este tipo de publicaciones, también formaban parte de la *'low road'* otros lugares en los que la clase trabajadora entraba en contacto con el conocimiento científico. En este sentido, los institutos de mecánica jugaron un papel muy importante en la formación de la clase trabajadora durante la segunda mitad del siglo XIX. Su objetivo fundamental era proporcionar a los trabajadores las bases del conocimiento científico –así como instrucción y cualificación en artes básicas y mecánicas–, con la intención de que mejorasen sus oportunidades de empleo y accediesen a trabajos técnicos en fábricas y minas. Para ello se servían de clases, charlas, y bibliotecas, y se partía de la suposición de que la educación podía comenzar a impartirse a edades avanzadas como los 20, los 30, o los 40 años. Fueron el producto de una filosofía social utilitarista y estaban pensados para trabajadores especializados más que para trabajadores comunes –de ahí el término 'mecánico'–, pero posteriormente se fueron abriendo también a trabajadores semiespecializados y no especializados. Se pensaba que serían más aptos en su trabajo cuantos más conocimientos tuvieran de química, física, astronomía, y otras ramas de la ciencia. E incluso, en un primer momento, sus promotores –pertenecientes a la clase media– los concibieron para frenar la irreligiosidad, las ideas políticas inaceptables, y para mejorar la nación, puesto que estaban convencidos de que esos eran los resultados propios del estado de satisfacción que producía la adquisición de conocimientos, al hacer a los hombres mejores, más sabios y más felices. En 1821 se creó el primer instituto de mecánica, la *Edinburgh School of Arts*, seguido del fundado en Londres en 1824. En 1850 había 702 en todo el Reino Unido, de los cuales 610 –con 102000 miembros– estaban en Inglaterra. Durante los primeros años de existencia de los institutos surgieron algunos obstáculos que dificultaron el

propósito inicial de proporcionar instrucción a los trabajadores (Altick, 190). Algunos sectores conservadores vieron con desconfianza el hecho de que estos se pudieran reunir, puesto que temían las posibles consecuencias negativas, sobre el orden social establecido, que se podrían derivar de esas reuniones en las que se les suministraba conocimientos y se promovía el uso de la razón. La presión ejercida por estos sectores surtió efecto y a los pocos años los institutos redujeron el número de mecánicos que asistían a ellos, siendo sustituidos por miembros de una clase social más alta, como empresarios, empleados administrativos, profesionales liberales, y sus familias. A su vez, en algunos institutos los trabajadores comenzaron a sospechar que el objetivo último de estos centros era entretenerles distrayendo su atención de los asuntos políticos, con el fin de que la clase media siguiera consolidando su control sobre la nación, lo que hizo que perdieran el interés y disminuyera su asistencia. A pesar de las sospechas por ambas partes, no todos los institutos se vieron afectados por ellas y algunos, sobre todo los más pequeños, mantuvieron su espíritu inicial desempeñando un papel importante en la vida de los trabajadores.

Otro de los obstáculos era resultado de las duras condiciones de trabajo de los obreros, ya que les suponía un gran esfuerzo asistir a las reuniones de los institutos y mantener la atención después de la jornada laboral. Este problema se agravaba si tenemos en cuenta que muchos de los trabajadores carecían de los requisitos mínimos para poder entender clases o charlas relacionadas con la ciencia. Para evitar que esto sucediera, los institutos impartían clases sobre temas básicos que servían de preparación para poder entender las charlas científicas, pero el tiempo y el esfuerzo necesarios eran tales, que para cuando esto sucedía los trabajadores habían llegado al límite de su interés y resistencia. A todo ello se sumaba el hecho de que los conferenciantes no estaban adiestrados para presentar los contenidos de una forma atractiva y entretenida, que pudiera mantener la atención de la audiencia (Altick, 193).

Ante las dificultades de lograr el interés generalizado de los trabajadores hacia las charlas científicas, los institutos habilitaron salas de lectura de periódicos, ya que este tipo de salas habían demostrado su éxito entre la clase trabajadora en otros lugares como cafés y bares. Fue una medida que supuso, una vez más, un alejamiento de los propósitos iniciales para los que fueron creados estos centros, y no sirvió para aumentar los conocimientos científicos de los trabajadores, que no se sentían atraídos por las salas de lecturas de los institutos, debido a que no les ofrecían el mismo entorno de esparcimiento que las salas de bares y cafés. Así que las salas fueron utilizadas por artesanos altamente especializados,

comerciantes, y empleados administrativos, y no por aquellos a los que en un principio estaban dirigidas. Esta tendencia a abandonar el objetivo de instruir en ciencia a los trabajadores se acentuó con la creciente tendencia a organizar charlas populares sobre temas que nada tenían que ver con la ciencia, como literatura, historia, música, etc., que atraían principalmente a una audiencia de clase media, en busca no tanto de instrucción como de entretenimiento.[36] Hacia finales de siglo estos centros comenzaron a ser sustituidos por las escuelas nocturnas y las escuelas técnicas financiadas por el Estado, por la mayor disponibilidad de bibliotecas, museos y libros baratos, y por la expansión de la educación primaria.

Otro medio de formación de la clase trabajadora eran las clases nocturnas que se impartían en colegios locales de la Iglesia de Inglaterra. En 1851 unos 27000 hombres y 12000 mujeres asistían a este tipo de clases, llegando a alcanzar en 1858 un total de 81000 estudiantes. A finales de siglo se habían convertido en un medio importante para la educación científica y técnica de la clase trabajadora, puesto que los temas científicos estaban entre los más populares (McLaughlin-Jenkins 2003, 155). Los miembros de la clase trabajadora también acudían a clases de día y de tarde que formaban parte de las sesiones de catequesis dominicales locales, en las que se enseñaba la lectura y la escritura básica mediante el estudio de las Escrituras, y en ocasiones algunos clérigos impartían charlas sobre ciencia.

Las 'sociedades de mejora mutua' eran clubes que pertenecían al circuito –ajeno a las instituciones académicas– de educación general y de desarrollo de habilidades de la clase trabajadora. Se trataba de una forma de cooperación en la que especialistas de la comunidad impartían clases de lectura, escritura y aritmética, con el fin de ayudar a los menos expertos, promoviendo debates generales y, en ocasiones, dando charlas sobre temas científicos. En general, los objetivos variaban de una sociedad a otra, no obstante todas ellas coincidían en su propósito principal, a saber, promover el autodidactismo de sus miembros, que compartían el estímulo de querer mejorar su capacidad intelectual.

Los lugares de reunión de estas sociedades eran variados, desde casas particulares hasta bares que se convertían con frecuencia en lugares de intercambio de conocimiento. De una de estas sociedades surgió –en las décadas de 1830 y 1840– uno de los grupos más influyentes de la clase trabajadora por su

[36] Richard D. Altick nos ofrece unas cifras muy significativas al respecto. De los cientos de charlas impartidas en 43 institutos de mecánica en 1851, "más de la mitad (572) eran sobre temas literarios; un tercio (340) eran sobre temas científicos; y 88 eran sobre música" (Altick, 202).

reivindicación de la educación como uno de los derechos naturales del hombre. Sus miembros consideraban que la finalidad de la educación era el desarrollo sensato y equilibrado de todas las aptitudes, y no el mero cultivo del intelecto, por lo que reclamaban una educación para los niños financiada, pero no controlada, por el Estado, y totalmente separada de la religión. "Sentían que la educación de los trabajadores adultos debería dejarse en sus propias manos, sin la supervisión opresiva y la censura de los superiores que hacía la atmósfera de los institutos de mecánica tan poco acogedora para ellos" (Altick, 207). Lo cierto es que las ideas defendidas por este grupo concreto todavía no eran representativas de la clase trabajadora en general, sino más bien de una aristocracia intelectual que formaba parte de ella, y de sus simpatizantes de clase media.

Tanto los institutos de mecánica como las clases nocturnas y las 'sociedades de mejora mutua' eran de pago, aunque las dos últimas eran menos formales y menos caras que los primeros.

La sociedades cooperativas de la segunda mitad del siglo XIX desempeñaron una labor muy importante en la educación de la clase trabajadora y en la popularización de la ciencia (McLaughlin-Jenkins 2003, 157). Algunas ofrecían programas educativos, así como charlas y clases sobre temas científicos y contaban con bibliotecas que incluían libros y publicaciones periódicas de ciencia.[37]

El acceso a las bibliotecas –ya fuesen de los institutos de mecánica, de alguna sociedad, o las bibliotecas públicas de pueblos y ciudades– también constituía una forma de contacto habitual entre la clase trabajadora y el conocimiento. En 1850 el Parlamento aprobó una ley –la *Edward Act*– con el fin de favorecer la creación de bibliotecas públicas. Las consecuencias de esta ley se hicieron notar de forma desigual en diferentes zonas de Gran Bretaña. Algunas ciudades como Manchester y Liverpool no tardaron en fundar sus bibliotecas públicas pero, en general, tras el entusiasmo inicial, no tuvo los

---

[37] McLaughlin-Jenkins ofrece datos sobre una de estas sociedades ubicada en la zona de Manchester, la *Rochdale Pioneers*. En ella se daban clases sobre astronomía, mecánica aplicada, fisiología, química, y física básica, y contaba con una amplia biblioteca de más de 12000 volúmenes, de los que en 1877, 267 eran catalogados como 'Historia Natural' y 402 como 'Artes y Ciencias'. Albergaba obras de botánica, agricultura, química, fisiología, matemática, ingeniería, zoología, medicina, frenología, geología, y astronomía. La cifra de circulación estimada de estas obras, durante el periodo comprendido entre el 24 de julio de 1876 y el 30 de junio de 1877, asciende a 1647. Esta sociedad también estaba suscrita a un buen número de publicaciones periódicas; 27 diarios, 55 semanarios, 33 publicaciones mensuales, y 9 cuatrimestrales, algunas de las cuales trataban temas científicos.
La sociedad contaba también con una diversidad de aparatos como pilas magnéticas, telescopios, microscopios, zoótropos, estereoscopios, lentes, y diversas muestras relacionadas con la historia natural, la mineralogía, y la fotografía, y ofrecía un servicio de préstamo de los mismos por una pequeña cuota (McLaughlin-Jenkins 2003, 157).

resultados deseados. Habría que esperar hasta finales de siglo, concretamente al periodo comprendido entre los años 1897 y 1913, para asistir a la verdadera proliferación de las bibliotecas públicas, con la fundación de 225 en Inglaterra y en el país de Gales (Altick, 227).

En un principio las bibliotecas de los institutos de mecánica fueron concebidas por sus promotores para contener únicamente libros de ciencia, puesto que se temía que otro tipo de obras atrajeran más la atención de los trabajadores –con temas de ficción o con controversias religiosas, políticas, o relacionadas con la organización social– y les distrajesen del verdadero fin para el que habían sido creados estos centros. Fue una estrategia se mantuvo durante más o menos una década, pero cuando los institutos comenzaron a perder miembros de la clase trabajadora, siendo sustituidos por otros de una clase social más alta, se fueron incorporando a las bibliotecas obras de todo tipo. Esta medida contribuyó a extender de manera significativa el hábito de la lectura entre los miembros de la clase media, como lo demuestra la cifra de circulación anual (1820000) de los 700000 ejemplares que en 1850 poseían las bibliotecas de los 610 institutos de mecánica ingleses (Altick, 198). Esta concesión de los promotores, se debió a la necesidad de atraer el interés de los miembros, y a que poco a poco fue fraguándose entre ellos la idea de que la literatura de ficción, en la medida adecuada, podía contribuir a la salud de la sociedad inglesa.

Los agentes que contribuyeron fundamentalmente a la transmisión de conocimiento en la *'low road'* fueron los educadores no oficiales, los estudiantes entusiastas –estos últimos, una vez que adquirían los conocimientos se ocupaban de transmitirlos a los demás miembros de la clase trabajadora–, las organizaciones socialistas y sindicales, la izquierda Victoriana, y el movimiento laicista. Este último –que hacía uso de las ideas científicas como un modo de luchar contra la ignorancia, la superstición, y la autoridad de la iglesia– reunía audiencias numerosas, una gran parte de las cuales estaban constituidas por la elite de las clases trabajadoras, es decir por trabajadores con un alto grado de cualificación.[38] La izquierda Victoriana también hizo uso de la ciencia con el fin de preparar a los trabajadores para una mayor participación en las decisiones nacionales, y con el de favorecer la lucha contra el capitalismo

[38] Los estudios realizados sobre los miembros de la clase trabajadora pertenecientes al movimiento laicista indican que aproximadamente un 22% eran trabajadores especializados, y un 25% trabajadores semiespecializados y no especializados.

liberal y su base científica, ofreciendo modelos alternativos de cooperación natural y ayuda mutua (McLaughlin-Jenkins 2003, 160).

Los análisis de McLaughlin-Jenkins muestran, además de la existencia de vías de acceso a la ciencia para los miembros de la clase trabajadora –alternativas a las propuestas por la clase media–, diferentes modos de implicación de los trabajadores en estas actividades. Desde aquellos que estaban interesados exclusivamente en los datos curiosos y recreativos de la ciencia, hasta aquellos que entendían su relevancia social y política y, por ende, la importancia de la obtención de conocimiento científico para la mejora de su propia situación, como un componente fundamental de la emancipación personal y de clase. De este modo, en las vías de acceso a la ciencia disponibles para la clase trabajadora, la ciencia estaba vinculada al esparcimiento, a la educación, y a la ideología de clase. El valor intrínseco de estas conclusiones no significa que las debamos aceptar como si fueran una norma aplicable a la totalidad de la clase trabajadora, ya que a pesar de que este autor nos proporciona pruebas de la existencia real de estas vías –así como de distintos niveles de aprehensión de los conocimientos científicos–, no nos ofrece la dimensión real de la influencia y de los resultados derivados de ellas en la comprensión de la ciencia de los trabajadores. Esto se debe a la ausencia de cuantificaciones sobre los miembros de la clase trabajadora que aprovecharon efectivamente dichas vías. Aunque, como muestra el trabajo de Altick, sabemos que distintas circunstancias hicieron que la implicación de los miembros de la clase trabajadora no estuviera a la altura de las pretensiones de aquellos que crearon este tipo de iniciativas –como ocurrió en el caso de los institutos de mecánica. No sería hasta finales de siglo cuando los innegables avances conseguidos gracias a estos medios, como la propagación del espíritu de autosuperación y el deseo de leer, comenzaron a satisfacer dichas pretensiones, gracias a la introducción de actitudes más democráticas respecto al tema de la educación y al aumento de las facilidades de acceso a literatura de calidad y barata.

No obstante, las actividades a las que se refiere McLaughlin-Jenkins facilitaron el acceso de la ciencia a la cultura de la clase trabajadora. Aunque, como ya hemos visto anteriormente, no debemos olvidar que la consolidación de la distinción entre ciencia profesional y amateur dejó fuera de lo que se consideraba ciencia legítima toda una serie de actividades relacionadas con la ciencia, llevadas a cabo por individuos que no eran profesionales, entre las que también se encontraban algunas desarrolladas por la clase trabajadora.

1.1.9. La popularización de la ciencia al servicio de la 'ciencia pública'

El siglo XIX y el inicio del siglo XX constituyó el periodo principal de la 'ciencia pública' británica, caracterizada por un tipo de relación particular que se estableció en un momento dado entre la ciencia –aunque sería más adecuado hablar de los científicos– y el orden social –dentro del cual se incluye al público–, como consecuencia del interés de algunos científicos, los denominados 'científicos públicos', por justificar sus actividades ante ciertos estamentos:

> "…los poderes políticos y otras instituciones sociales de cuya buena voluntad, patrocinio, y cooperación dependen. El cuerpo de retórica, discusión y polémica producido en este proceso puede ser denominado *ciencia pública*…" (Turner, 589).

La ciencia pública era un recurso mediante el que los científicos públicos ejercían presión sobre el Gobierno y el público, en busca del fomento y de la financiación de la ciencia. De este modo trataban de persuadirles de que la ciencia respaldaba y cultivaba ciertos valores y objetivos políticos, sociales y religiosos ampliamente aceptados, además de desempeñar funciones sociales y económicas deseables, lo que la hacía merecedora de recibir atención pública. A juicio de Turner, la ciencia pública británica puede dividirse en tres periodos más o menos distintos. En el primero de ellos, que abarca desde principios del siglo XIX hasta mediados de siglo, destacaron científicos públicos como Humphry Davy y Charles Babbage entre otros. En esta primera etapa se produjo la transformación "de la ciencia como vocación en la ciencia como empresa", se enfatizó la importancia de la ciencia como un modo de conocimiento útil y racional, un instrumento de superación personal, una ayuda a la actividad económica, y un pilar de la religión natural.

En la *Royal Institution* de Londres se aprecian algunas de las características de este primer periodo. Fundada el 7 de marzo de 1799 con la finalidad de difundir la ciencia, promover la introducción de desarrollos técnicos y la aplicación de la ciencia en la vida cotidiana, ya fuese para mejorar la agricultura, la industrialización, y la consolidación del Imperio, o para aumentar la comodidad y el confort doméstico. En un primer momento fue concebida por su fundador, Count Rumford, con la idea de alojar a jóvenes mecánicos durante tres o cuatro meses para que recibieran una instrucción práctica. Durante los primeros años del siglo XIX, se produjo un cambio en el tipo de actividades de la institución, se pusieron en marcha

importantes actividades de popularización auspiciadas por la comunidad científica que contribuyeron a la transformación de la presentación de la ciencia al público lego mediante exposiciones, demostraciones experimentales, y conferencias de grandes hombres de ciencia que resultaban ser muy populares –las conferencias constituían la actividad principal, así como su mayor fuente de ingresos. Estas actividades ayudaron a promover entre los miembros de la buena sociedad de las clases medias y altas y entre los artesanos que lograban acceder a estas actividades, el entusiasmo, el entretenimiento, y el deseo de mejorar sus perspectivas de futuro en las nuevas industrias, puesto que entendían que la adquisición de conocimiento científico era una forma de mejorar no sólo como individuos, sino también como clase social.[39] Las charlas, celebradas en una sala de conferencias que a pesar de no tener un gran tamaño podía llegar a albergar a más de mil personas, fueron instauradas por Humphry Davy –director del laboratorio de química–, y ejemplificaban la situación descrita al ser concebidas más para suscitar el interés y el entusiasmo de la audiencia que para suministrar información pormenorizada. En ellas se mostraba la utilidad de la ciencia en el contexto social del momento, ya fuera por su aplicación a la agricultura, a la minería, e incluso a la industria bélica, y se ponían de relieve los importantes beneficios que esto reportaría al país. A su vez, las demostraciones experimentales que llevaba a cabo tenían un carácter espectacular y orientado al entretenimiento, y ofrecían una imagen de la ciencia accesible, entendida como "…el refinamiento del sentido común, haciendo uso de los datos ya conocidos para adquirir nuevos datos" (Knight 1996, 132).

A pesar de que no estaba entre los propósitos de sus fundadores, posteriormente la *Royal Institution* se convirtió también en un centro de investigación y fue equipada con uno de los mejores laboratorios de Europa, en el que se llevaron a cabo descubrimientos científicos de primer orden. Otro de los insignes científicos que contribuyeron de manera notable al avance de la ciencia mediante su trabajo en esta institución fue Michael Faraday, quien en su juventud, y al mismo tiempo que trabajaba como encuadernador, cultivaba de forma autodidacta su afición por la química, lo que le llevó a asistir a algunas charlas de Davy. Poco después, en 1812, entró en contacto con éste y tras una serie de circunstancias se convirtió en su ayudante y en miembro de la *Royal Institution*, siendo nombrado más tarde director de laboratorio y profesor de química. Además de sus relevantes investigaciones en el ámbito teórico y en la

[39] El propósito inicial de atraer audiencias de la clase trabajadora fue diluyéndose progresivamente hasta que las charlas acabaron orientándose principalmente a los miembros pertenecientes a las elites sociales.

aplicación de la ciencia a la resolución de problemas prácticos, Faraday contribuyó a la difusión de la ciencia no sólo mediante sus charlas –que le hicieron popular entre el gran público y lograron convocar audiencias numerosas de la buena sociedad londinense–, sino también con la creación de dos ciclos de conferencias que han pervivido hasta la actualidad: las 'Disertaciones del Viernes por la Noche', y las 'Conferencias de Navidad', fundadas en 1825. Las primeras estaban dirigidas a los miembros de la institución y a sus invitados, y eran presentadas de una forma accesible junto a demostraciones experimentales, mientras que las segundas estaban diseñadas para una audiencia de jóvenes y niños, y eran presentadas de una forma instructiva y entretenida (James 2000, 12). El éxito de estas iniciativas repercutió positivamente en la situación financiera de la *Royal Institution* al producirse un incremento del número de miembros a finales de la década del 1820. Además de Faraday, otros científicos de prestigio contribuían con sus disertaciones, si bien es cierto que durante sus primeras décadas de existencia fue Faraday el que más activamente participó –con un total de 126 disertaciones y 19 conferencias de Navidad en 37 años. Las disertaciones propiciaban la oportunidad de exponer los últimos descubrimientos científicos a un público más amplio que el que asistía a otras sociedades especializadas, además Faraday invitaba a periodistas que posteriormente informaban en sus publicaciones de las sesiones, lo que contribuía al prestigio social de las mismas. Posteriormente, a finales de la década de 1850, se transcribieron algunas conferencias de Faraday cuya publicación tuvo un gran éxito de ventas, destacando de forma especial el ciclo titulado "La Historia Química de una Vela" (1861). Sus charlas atraían a audiencias muy numerosas y desde un primer momento trató de adaptar el nivel de dificultad de los contenidos al tipo de público que asistía a las mismas. Cuidaba la puesta en escena con presentaciones detalladas en las que primaba la claridad para facilitar su comprensión a los asistentes, y las acompañaba de demostraciones experimentales con la aspiración no tanto de educar como de mantener y estimular su atención. Esto convertía las conferencias en un entretenimiento que en muchas ocasiones persuadía al público de haber adquirido un nivel de conocimientos sobre el tema en cuestión superior al que verdaderamente tenían. Todo ello hizo de él uno de los conferenciantes sobre ciencia más relevantes del segundo tercio del siglo, y uno de los máximos defensores de la comunicación pública de la ciencia entre los miembros de la comunidad científica (James 2002, 227).

Como ya se ha dicho, en esta época, a diferencia de lo que ocurriría en las últimas décadas del siglo XIX, la teología natural ocupaba un espacio importante en las presentaciones públicas que los científicos

hacían de la ciencia. Era el caso de Faraday que, apoyado en sus firmes creencias religiosas, concebía su tarea científica como la búsqueda, mediante el uso del conocimiento, de las leyes de la naturaleza que Dios había escrito en el universo en el momento de la Creación.

Por otro lado, durante la década de 1820 los reformistas utilitaristas seguidores de Jeremy Bentham, que opinaban que la comprensión de los problemas científicos familiarizaría a los trabajadores con la naturalidad del orden existente y mejoraría la cohesión social, también ejercieron influencia en la *Royal Institution* (Gregory y Miller, 21).

Las conferencias llevadas a cabo en esta institución sirvieron de modelo a otras iniciativas educativas, como las llevadas a cabo en los institutos de mecánica, ya ampliamente difundidos en Gran Bretaña a mediados de siglo.

Turner habla de un segundo periodo de la ciencia pública, comprendido entre mediados de la década de los años 40 y finales de los 70, en el que destacan, entre otros, científicos públicos como los ya citados en este trabajo Thomas Huxley y John Tyndall. Fue una etapa en la que la ciencia pública equiparaba el progreso de la ciencia con el progreso de la civilización, y empleaba diversas teorías científicas como instrumentos para desafiar el dominio cultural del clero, atacar a la religión y a la metafísica, y forjar una comunidad científica profesional con conciencia de sí misma, basada en la ciencia ejercida de acuerdo a premisas estrictamente naturalistas (Turner, 591). Se trata de un periodo en el que los miembros de la comunidad científica empleaban diferentes términos para referirse a sí mismos: hombre de ciencia, cultivador de la ciencia, partidario de la ciencia, trabajador u obrero científico, filósofo, estudiante de ciencia y científico. Ruth Barton identifica el carácter inclusivo –autoconciencia de pertenencia a un grupo y necesidad de construcción de una identidad– del uso de estos términos en distintos contextos; como el constituido por las reivindicaciones de reconocimiento público, de un mayor apoyo del Gobierno, y por las afirmaciones del beneficio público de la ciencia y del valor del asesoramiento científico; o el constituido por la atribución de determinadas cualidades intelectuales y morales a los hombres de ciencia que les hacían merecedores de admiración y apoyo (Barton 2003, 83). Así conforme se reducía el número de científicos que consideraba suficiente la financiación privada mediante la que se había mantenido la ciencia inglesa hasta el momento, se hacían más habituales los debates sobre la necesaria financiación gubernamental y sobre la gestión más adecuada de esos fondos. Algunos consideraban que deberían emplearse para crear una estructura orientada al desarrollo de la

carrera de investigador a nivel nacional, con el fin de formar investigadores a largo plazo, mientras que otros creían más conveniente dedicar los fondos directamente a la investigación distribuyéndolos entre los investigadores más destacados, con miras a obtener resultados más inmediatos.

A principios de los años 70 los científicos comenzaron a obtener el anhelado reconocimiento de otros grupos profesionales e intelectuales, e incluso el Gobierno contrató a algunos de ellos en la administración pública y en consejos administrativos. No obstante, las expectativas generadas por su incipiente participación en la vida pública se vieron frustradas al poco tiempo, cuando comprobaron que el consejo de los científicos contratados por el Gobierno frecuentemente no era tenido en cuenta en virtud de la consecución de otros intereses. El Estado rehusó patrocinarles de modo regular; la industria los ignoró; y el sistema educativo sólo los incorporó marginalmente.

Estas decepciones dieron lugar al inicio del tercer periodo, a partir de 1875, en el que se adoptó una mentalidad más cívica y orientada al Estado. Los científicos públicos dieron un giro a su estrategia de promoción de la ciencia haciendo hincapié en su capacidad para potenciar y mejorar ciertos ámbitos –fundamentalmente militares y económicos– que podían hacer que la nación adquiriese una posición internacional más relevante. Según Turner, entre los factores que explican esta evolución en la retórica de los científicos públicos –vinculando la ciencia con el interés nacional–, se encuentra la percepción de que Alemania suponía una amenaza para Gran Bretaña a nivel industrial y militar. De esta manera, frente a la situación de retraso de Gran Bretaña respecto a Alemania, los científicos proponían su conocimiento como la mejor solución.[40] Entre tanto, al otro lado del Atlántico, los científicos estadounidenses lamentaban también la falta de concienciación de los empresarios sobre el potencial que podía proporcionar la ciencia para situar al país en una posición de igualdad respecto a sus competidores internacionales, fundamentalmente respecto a Alemania (Tobey, 6). Un segundo factor que explicaría el giro retórico de los científicos públicos es su reconocimiento de la necesidad de empezar a cultivar el respaldo amistoso de los miembros del parlamento y de los votantes en general, puesto que comprendieron que necesitarían persuadir a una opinión pública, en ocasiones hostil, de la utilidad social y nacional de la ciencia experimental. Finalmente, el último factor que influyó en el giro retórico está relacionado con la actitud desconsiderada que los científicos percibieron por parte de los políticos hacia la

[40] Los científicos insistirían en estos temas hasta tiempo después de la Primera Guerra Mundial.

ciencia, al no cumplirse las expectativas fraguadas a principios de la década de los años 70, lo que generó entre ellos una actitud de desconfianza hacia la clase política. Hasta el punto de que a finales de los años 70 la acusaron de tratar los problemas reales del país de forma ineficiente, y de no tener en cuenta los procedimientos científicos y el valor de la ciencia para afrontar dichos problemas. Se presentaba a la ciencia "no sólo como la víctima de las políticas democráticas partidistas y pluralistas, sino también como el instrumento potencial para salvar el asediado interés nacional de los peligros representados por las políticas partidistas" (Turner, 594). De esta manera, se ponía en cuestión la competencia y las buenas intenciones de los líderes políticos por su falta de interés en el fomento de la ciencia, se criticaba la capacidad del sistema político que permitía esta situación, y se proponía la ciencia como un camino objetivo, superior al debate ideológico.[41]

En este clima de crítica y desesperanza política, también surgieron voces –entre las que destaca la de Karl Pearson– que apuntaban a la ciencia, no sólo como la posible solución a ciertos problemas nacionales, sino como un medio para inculcar a los ciudadanos ciertos hábitos y valores, sociales y políticos, que les permitieran sobreponerse a los intereses particulares en conflicto, presentes en la esfera política, y avanzar hacia el bien social general, puesto que consideraban que el método de la ciencia era aplicable a ámbitos diferentes al de los fenómenos naturales.

Entre los avances teóricos de la ciencia aprovechados por los científicos públicos para sustentar su causa a finales de siglo, destaca la eugenesia por encima de otras teorías que habían sido empleadas en etapas anteriores (evolución, atomismo, conservación de la energía). Era debido a que "los científicos públicos de esta etapa, a diferencia de los primeros, no hacían frente al oscurantismo intelectual o a la superstición religiosa, sino a la indiferencia pública y política respecto a sus afirmaciones de experticia técnica. Por eso la eugenesia encajaba bien, puesto que pretendía ser un modo de conocimiento científico y de diseño social que proporcionaría beneficios cívicos directos al estado-nación" (Turner, 597).

A principios del siglo XX se fundó la Asociación de la Ciencia Británica (*The British Science Guild*), una institución pionera dirigida a promover el reconocimiento del papel de la ciencia. En ella se transmitía

[41] La idea de la necesidad de un matrimonio de conveniencia entre ciencia y Estado no fue únicamente promovida por el movimiento de la 'eficiencia nacional', sino que constituyó un debate de moda, fue vista como parte del "nuevo liberalismo", y apoyada de forma diversa por idealistas neokantianos, socialistas estatales, y economistas políticos. Una coalición intelectual formada alrededor de un modelo orgánico de sociedad, en el que el Gobierno ayudado por la ciencia proporcionaría el principal factor de mejora social y de búsqueda del bien común (MacLeod 1994, 158).

a los británicos la necesidad y las ventajas de aplicar los métodos de la investigación científica a diferentes ámbitos, con el fin de fomentar el progreso e incrementar el bienestar del Imperio (MacLeod 1994, 155). Su uso de la retórica experta y del patriotismo estaba al servicio de los científicos públicos, de la eficiencia nacional, y de la reforma administrativa, concibiendo la ciencia como un instrumento de mejora social. Dentro de este maridaje entre ciencia y Estado se incluía la promoción de la educación científica alentando el apoyo de las universidades y de otras instituciones vinculadas a la investigación científica. Uno de sus principales impulsores fue el científico Norman Lockyer, miembro de la *Royal Society*, fundador y director de *Nature*, y presidente de la *British Association for the Advancement of Science* desde 1902.[42] Lockyer pertenecía a ese grupo de científicos –preocupados por el posible retraso de Gran Bretaña en el panorama internacional– que venían reivindicando desde unas décadas atrás la importancia de que en Gran Bretaña se crease la infraestructura necesaria para consolidar la carrera de investigador científico a tiempo completo y se aumentase la dotación de investigación básica para involucrar a los científicos en los asuntos públicos. Ya en 1870 había propuesto en *Nature* la popularización de los logros científicos como un medio para asegurar la simpatía pública hacia las actividades de los científicos profesionales:

> "…cuando el número de profesores y estudiantes de ciencia está aumentando diariamente, y se percibe cada vez más la necesidad de combinar acción y representación entre los mismos

---

[42] La *British Association for the Advancement of Science* (BAAS) fue fundada en York el 27 de septiembre de 1831. Sus fundadores consideraban que el desarrollo científico británico se encontraba estancado tras las circunstancias socio-políticas vividas en las primeras décadas del siglo, por lo que decidieron crear una asociación cuyo principal objetivo fuese la promoción de la ciencia, dando "…un mayor impulso y una orientación más sistemática a la investigación científica, para obtener un mayor nivel de atención nacional hacia los fines de la ciencia, y una eliminación de aquellos inconvenientes que impiden su progreso, y promover las relaciones entre los cultivadores de la ciencia, y entre estos y los filósofos extranjeros" (BAAS. *A Brief History of the BA 1831–1981*).
La BAAS organizaba reuniones periódicas, en diferentes ciudades de Gran Bretaña, congregando a los principales científicos del país, quienes, en muchas ocasiones, aprovechaban para anunciar sus avances. Estas reuniones resultaron ser muy populares, atraían a grandes multitudes –más interesadas en la ciencia que entendidas en ella-, tanto de hombres como de mujeres, y las ciudades competían por convertirse en la sede que las albergara (Knight 2003, 79).
También fomentó la publicación de literatura científica con el fin de que los científicos de distintas ramas estuviesen al corriente de lo que hacían unos y otros, y para informar a los estudiantes de ciencia. Con el transcurso de los años, los objetivos de la asociación han ido cambiando y en la actualidad ya no es tanto un punto de encuentro para posibilitar la comunicación entre los propios científicos, sino que ha ampliado el espacio de comunicación facilitando la interacción de estos con el resto de ciudadanos que no poseen una formación científica, con el propósito de fomentar la comprensión pública de la ciencia y suscitar el debate sobre sus aplicaciones y repercusiones en la sociedad.

científicos, la popularización de la ciencia se vuelve más importante que nunca" (Sheets-Pyenson, 555).

La Asociación se inauguró en 1905, ocupando el cargo de presidente el estadista Richard Haldane, mientras que Lockyer realizaba las labores de presidente del Comité Ejecutivo. Sus miembros pertenecían a un elite culta y bien relacionada, y existía entre ellos una gran variedad de dedicaciones profesionales; educación, ingeniería, cargos públicos, medicina, química, fuerzas armadas, comercio e industria, etc. Un alto porcentaje de ellos poseían el título de *Sir*, y eran miembros de la Royal Society o del Parlamento. Dos de los principios que guiaban los propósitos iniciales de la Asociación de la Ciencia Británica eran evitar los partidos políticos y los sindicatos, con el objetivo de presentar los problemas como políticamente neutrales y desvinculados de intereses partidistas (sus miembros pertenecían a diversos partidos políticos), y evitar las sociedades académicas existentes, puesto que su intención "no era tanto estimular la adquisición o la promoción de conocimiento, como la apreciación de su valor y de las ventajas de aplicar los métodos de la investigación científica en asuntos de todo tipo" (MacLeod 1994, 162). El método de trabajo que se seguía en ella implicaba la organización de comités que examinaban asuntos relacionados con la ciencia –como podían ser la agricultura, la educación o la medicina– y que estaban, orientados al fomento de la investigación. El proceso consistía en realizar una investigación, proponer recomendaciones y hacer publicidad de las mismas, depositando la fuerza de sus argumentos en la constatación de los hechos afirmados. En alguna ocasión también puso en marcha iniciativas orientadas a despertar la conciencia pública de la ciencia, como la propuesta realizada en 1908 al ayuntamiento de Londres dirigida a poner el nombre de científicos famosos a algunas calles de la ciudad.

MacLeod identifica tres fases de reorientación ideológica a lo largo de su existencia. La primera de ellas coincide con su primera década, un periodo en el que se aprecian llamamientos a la retórica progresista, imperialista, y a los objetivos Victorianos de gestión científica. En la segunda, durante el periodo de guerra y la inmediata historia de postguerra, se muestran los esfuerzos inicialmente exitosos de burocratizar la ciencia en la maquinaria administrativa de asesoramiento. Por último, en la tercera fase, entre 1930 y 1935, había perdido ya el impulso inicial y comenzó a dirigir su atención hacia la responsabilidad 'social de la ciencia'.

A mediados de la década de los años 20 la Asociación comenzó a decaer por diferentes razones, como la falta de solvencia económica y la pérdida de una posición distintiva tras la guerra, debida esta

última a que el Gobierno había aceptado los principios primordiales para cuya defensa se había fundado, lo que la hizo entrar en competencia con otras asociaciones.

El advenimiento de la Primera Guerra Mundial supuso la oportunidad para que los científicos públicos reivindicaran que la victoria dependía, no tanto de la actuación del ejército o de los partidos políticos, sino del papel que jugara la ciencia con el poder intelectual de sus expertos. Desde diferentes revistas como *Nature* o *Science Progress* se atacaba la política de partidos, y defendían que el sistema democrático debía basarse en los hechos y no en políticas partidistas. Una vez más, en el trasfondo de estas declaraciones se encontraba la aspiración de dotar a la ciencia de una posición de relevancia que se consolidase en los tiempos posteriores a la guerra. Es por ello que durante la guerra, mientras los científicos desarrollaban su actividad con el objetivo de contribuir a la victoria, desde la ciencia pública se hacían declaraciones que seguían las líneas generales de las hechas en los años anteriores a la guerra, se acusaba a los políticos de incompetencia y de carencia de procedimientos científicos, y se contrastaban dichas declaraciones con los errores que en los primeros meses de contienda fueron saliendo a la luz. Durante la guerra, la Asociación de la Ciencia Británica tuvo que abandonar algunos de sus proyectos, pero el conflicto hizo de ella "más que nunca un foco de opinión" y comenzó a publicar su propia revista, fundada en la siguiente ecuación: "organización científica = secreto del éxito de Alemania" (MacLeod 1994, 169).

La guerra sólo modificó temporalmente la posición de la ciencia. Seguía pendiente la cuestión de afianzar los logros obtenidos –con respecto al lugar de la ciencia y de los científicos– en los tiempos de posguerra:

> "…aunque en 1919 y en adelante los científicos no participaron significativamente en las políticas parlamentarias, habían logrado otros modos de reconocimiento… Hacia el fin de la guerra la comunidad científica se había establecido firmemente como uno de los principales grupos de interés intelectual con vías directas al Gobierno y con mejores oportunidades para recibir fondos del Estado" (Turner, 607)

Una de las consecuencias de la actividad desarrollada por la ciencia pública en el periodo analizado resultó ser que efectivamente favoreció la posición de la ciencia en general, incluyendo los avances conseguidos en el tema de la educación y en la presencia de la ciencia en los programas de estudio. Este hecho vino acompañado de la mejora tanto de la posición particular del grupo de elite de los científicos, como de la mejora de la posición de la clase científica en general, lo que permitía a sus miembros disfrutar de más prosperidad económica, seguridad, y prestigio social. Una situación que provocó la oposición de un grupo concreto de científicos:

> "…en la década de los años 30 los científicos socialistas…comenzaron a exigir que la ciencia hiciera frente a las necesidades sociales y al bienestar de la población como un todo. Como resultado se pusieron necesariamente en oposición al *establishment* científico, cuya ideología se derivaba de la tendencia de finales de siglo de obtener para la ciencia un lugar de honor entre los grupos profesionales de clase media" (Turner, 608).

Lo cierto es que, como afirma Turner, la posición de los científicos socialistas, como J. D. Bernal, también procedía de ese periodo, y buscaba un mayor apoyo estatal a la ciencia que propiciara el bienestar general y el bien de la nación. No obstante, tenían una idea diferente de lo que constituía el bien público o el interés nacional al que la ciencia debía servir. Estos cambios se apreciaron también en La Asociación de la Ciencia Británica, ahora al cargo de Richard Gregory como Secretario de Organización, quien en 1921 instó, de manera muy significativa, al movimiento laborista a no limitar el flujo de talento científico entre la población:

> "La sociedad científica que se ha encerrado en una casa donde unos pocos favorecidos pueden contemplar sus riquezas intelectuales, no es mejor que un grupo de avaros en sus relaciones a la comunidad que los rodea. Ha llegado el tiempo de una cruzada que pondrá la bandera de la verdad científica en una posición de relieve en el mundo moderno" (MacLeod 1994, 179).

De hecho uno de los problemas fundamentales a los que se enfrentó esta institución en sus últimos años fue el de la conciliación de su particular visión de la ciencia, elitista y corporativista –que hacía valer el conocimiento científico de una minoría que lo poseía al servicio de la mayoría que carecía de él–, con

una filosofía social de reforma, democrática y representativa, en la que la ciencia sólo mejoraría la eficiencia social si se producía un cambio social que hiciese partícipe al público del conocimiento mismo.[43]

A juicio de MacLeod, la visión de la ciencia pública promovida por la Asociación de la Ciencia Británica tenía menos que ver con alentar la adquisición de conocimiento científico y la comprensión pública de la mayoría, que con imponer la aceptación por parte de una minoría. Por ello se podría advertir en su desaparición la resistencia a la apropiación de los valores científicos por una elite autodesignada, algo que sugeriría la necesidad de encontrar una forma mejor de poner la ciencia al servicio de la sociedad democrática (MacLeod 1994, 186).

1.2. LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA EN ESTADOS UNIDOS DURANTE EL SIGLO XIX Y SU TRANSICIÓN AL SIGLO XX

A diferencia de lo sucedido en Gran Bretaña y otros países europeos, en Estados Unidos durante el siglo XIX se produjo una ralentización en la promoción de la investigación científica respecto a la tendencia del siglo anterior. Esta circunstancia se tradujo en un bajo nivel de producción científica original relacionada con la investigación básica y en un número muy reducido de figuras científicas de relevancia a nivel mundial. Por lo que se refiere a la ciencia aplicada, fue a partir de 1850 cuando comenzó realmente a suscitar un gran interés, mientras que la ciencia teórica necesaria para desarrollar las aplicaciones provenía de Europa (Cohen 1959, 668). En este país la ciencia no llegó a su madurez hasta finales de siglo. Fue entonces cuando, además de incrementarse la financiación que recibía, se alcanzó una mayor comprensión de su naturaleza y de la importancia del conocimiento científico y de la investigación en la enseñanza superior.

[43] Se puede ver esta circunstancia como un periodo de transición entre la situación heredada del siglo XIX, con la pérdida de la posición que los amateurs habían ocupado en el mundo de la ciencia ante el desarrollo de la profesionalización, y una nueva situación que se iría gestando durante las siguientes décadas del siglo XX y que desembocaría en el progresivo despertar de la conciencia –tanto del público como de los propios científicos- sobre la necesidad de ampliar el papel de mero espectador y agente pasivo de las consecuencias del conocimiento científico, atribuido al público.

A lo largo del siglo XIX las motivaciones tanto de los popularizadores de la ciencia como del público para implicarse en actividades de popularización fueron, al igual que en Gran Bretaña, muy diversas. A juicio de John C. Burnham, lo que diferenciaba a los popularizadores de ambos países era, en primer lugar, que los americanos mostraban un mayor interés en ofrecer explicaciones de la ciencia encaminadas a satisfacer el interés en la autosuperación personal del público y, en segundo lugar, que daban un mayor apoyo a modas pasajeras como el mesmerismo, la frenología y el espiritismo, que podían ser o no parte de la ciencia (Burnham, 150).

Durante las primeras décadas del siglo XIX, la popularización además de estar marcada por el vínculo entre la ciencia y la teología natural, al igual que en Gran Bretaña, estuvo ligada a la ciencia entendida como una forma de conocimiento útil y como un instrumento de cambio del orden social. En cuanto forma de conocimiento útil, constituía la clave para el crecimiento de una sociedad próspera y democrática. Mientras que como instrumento de cambio del orden social, era una forma de cultura meritocrática que transcendía los privilegios relacionados con el origen o la posición social, puesto que lo que importaba en la búsqueda de conocimiento era el talento y la habilidad, algo que facilitaba la posibilidad de disminuir las diferencias sociales al ampliar las oportunidades para todos (Kuritz, 261). Por ello cuando la popularización estaba dirigida a mecánicos y artesanos, además de transmitirles conocimientos útiles les suscitaba especulaciones morales y políticas sobre su posición en la sociedad y sobre las diferencias sociales existentes. De este modo, en las diferentes actividades de popularización se mezclaban las dos dimensiones, los aspectos culturales y utilitaristas de la ciencia con aquellos relativos al orden social y moral.

Fue este un siglo en el la clase media en Estados Unidos jugó un papel decisivo en la ascensión de la ciencia, debido a su anhelo de autosuperación personal y a su entusiasmo por el progreso y por las novedades teóricas y prácticas que aportaba. La ciencia permitía comprender un mundo y una sociedad en constante movimiento, de forma que la clase media, consciente de ello, trató de popularizarla en ese país. En 1883 el director del *Popular Science News* afirmó que "la popularización es ciencia presentada en un lenguaje que puede ser comprendido; es ciencia adaptada a las carencias de cada uno, a las necesidades de cada uno" (Burnham, 34).

La ciencia equivalía a poder y servía como un símbolo poderoso y una disposición de ánimo para los estadounidenses del siglo XIX. Para la mayoría de ellos se trataba de un símbolo fácil de conciliar con las

suposiciones frecuentes del progreso social. La creencia subyacente era que mediante la ciencia y su contribución al desarrollo tecnológico, se desarrollaría una sociedad próspera y libre. Como resultado de esto, a finales de siglo existían pujantes revistas –como era el caso de *Scientific American*– dedicadas a presentar la ciencia tratando de transmitir la superioridad de una economía basada en la ciencia y la tecnología a las clases bajas alfabetizadas con interés en ascender socialmente, y eran el equivalente de las revistas de 'cultura inferior' publicadas en Londres o París (Lewenstein 2000, 6).

Sin embargo, la ciencia era más que un objeto de veneración o una contribución a las nuevas tecnologías; también era un concepto explicativo y normativo (Cotkin, 201). Para los estadounidenses de finales del siglo XIX constituía un concepto normativo puesto que influía en sus pautas de pensamiento, definía las normas de la sociedad, y mostraba una manera de ver el mundo. Además, regulaba los hábitos personales de los individuos –como era el caso de los amateurs que se esforzaban por hacer su propia contribución al conjunto de conocimientos científicos, o el de muchos ciudadanos que la consideraban como una parte de la alta cultura, y trataban de participar en ella en una u otra medida–, decidía lo verdadero y lo valioso, y evitaba la credulidad en charlatanes y propagadores de supersticiones, al fomentar una actitud escéptica y ser una fuente de moralidad.

La popularización también constituía un mecanismo necesario para que la ciencia y los científicos encontraran un lugar legítimo y respetado en la sociedad, puesto que presentaba la ciencia como algo valioso para los individuos y para la sociedad en su conjunto. Cuando los hombres de ciencia afirmaban que el conocimiento traía felicidad y beneficios sociales en términos materiales, religiosos, y culturales, lo hacían convencidos de la realidad de estos beneficios emanados de la ciencia, no obstante también estaban influidos por su interés personal en obtener apoyo para las actividades científicas que desarrollaban (Burnham, 147). Como ya se ha dicho, con el correr del tiempo la ciencia alcanzó un puesto de relevancia en la esfera pública y posteriormente los rectores de las universidades la incorporaron a los programas de estudios, por lo que también entró a formar parte de la academia profesional.

A principios de siglo la publicación de libros de ciencia en Estados Unidos era bastante reducida, y los que se publicaban eran fundamentalmente libros de texto que, a pesar de estar dirigidos principalmente al ámbito de la educación, constituían también uno de los medios fundamentales por el que un determinado

segmento del público tenía acceso a la ciencia.[44] No existían revistas especializadas en ciencia, y eran las revistas de carácter general las que publicaban noticias sobre ciencia haciéndose eco de los nuevos hallazgos científicos. Por otro lado, el número de individuos que dedicaban todo su tiempo a la ciencia era muy reducido, una situación que persistió hasta bien entrada la segunda mitad del siglo –en claro contraste con lo que ocurría en países europeos como Alemania y Gran Bretaña, en los que el fomento de la investigación científica era muy superior (Newcomb, 286). Todo ello hizo que antes de 1815 fuesen pocas las iniciativas relacionadas con la popularización –como aquellas destinadas a dotar a los mecánicos y a los artesanos de una mejor posición, o simplemente para acercar la ciencia a la gente–, y las llevadas a cabo se enfrentaron a las dificultades propias de emprender un proyecto semejante. Las actividades orientadas a la comunicación de la ciencia al público fueron el resultado de las iniciativas llevadas a cabo por la comunidad científica, periodistas, funcionarios de salud pública, benefactores de museos, y otros (Lewenstein 2000, 3).

En la década de 1820 las actividades de popularización experimentaron un crecimiento notable, y a partir de la siguiente década la introducción de nuevas innovaciones como las locomotoras a vapor hizo que se orientara el interés de modo especial hacia las aplicaciones prácticas de la ciencia. En estas primeras décadas, destacan los esfuerzos realizados por John Griscom, médico y profesor de química de la Universidad de Nueva York, y por Charles Wilson Peale, fundador de un museo de ciencia en Philadelphia. Ambos no descartaban el valor del entretenimiento en las demostraciones de ciencia, y buscaban efectos dramáticos en sus charlas y demostraciones, si bien es cierto que tras los entretenimientos había un esfuerzo serio para compartir su conocimiento y llevar educación científica auténtica a la gente (Kuritz, 263).

Hacia la década de 1840 los popularizadores americanos, que pretendían actuar de mediadores entre la incipiente clase profesional de los científicos y el público lego, comenzaron a introducir en sus actividades un mayor número de elementos orientados al entretenimiento a la hora de transmitir el significado y las implicaciones de la ciencia. Por lo tanto, al igual que en Gran Bretaña, se advierte durante la segunda mitad del siglo una mayor tendencia a aumentar el entretenimiento y a enfatizar las

[44] Burnham nos ofrece unas cifras significativas a este respecto –extraídas del catálogo de un librero y correspondientes a 1804: de un listado de 1338 libros impresos en Estados Unidos ese año, no más de 20 pueden considerarse obras de ciencia (Burnham, 128).

maravillas intrínsecas de los últimos descubrimientos científicos, aunque esto no significó en absoluto un abandono de los contenidos, ya que como afirma John C. Burnham, los popularizadores estadounidenses manifestaron a menudo su desdén por el mero entretenimiento (Kuritz, 266; Burnham, 35; Gregory y Miller, 24).

Como ya se ha mencionado, a partir de la década de 1850 se produjo un aumento del interés en las cuestiones científicas, como resultado de vincular la idea de progreso a la ciencia y a la tecnología. El proceso de profesionalización, acompañado de la progresiva secularización de la ciencia, forzó a los científicos a buscar la manera de atenuar las consecuencias del aislamiento inherentes a tal proceso, con el fin de poder transmitir al público la autoridad de la ciencia y su importancia para la sociedad, y de obtener la financiación necesaria de los sectores más influyentes de esta.[45] A juicio de Kuritz, las distinciones técnicas entre la ciencia profesional y la ciencia popular se transformaron gradualmente en distinciones sociales entre científicos y legos, de manera que la popularización cumpliría la función de traducir, interpretar y resumir la ciencia profesional a la audiencia lega. De este modo, en la segunda mitad del siglo algunos científicos profesionales se interesaron cada vez más por controlar las actividades de popularización y, por ende, la imagen de la ciencia que se transmitía a través de ellas, tratando de alejarla de informaciones más relacionadas con la superstición que con la ciencia, y de los

[45] Entre las razones que exponía en 1874 el astrónomo y matemático estadounidense Simon Newcomb para explicar el retraso de la investigación científica de su país con respecto a los países más avanzados de Europa, incluía el hecho de que los medios empleados para comunicar el conocimiento científico a un público educado habían sido muy defectuosos hasta fechas muy recientes. Y aunque reconocía que en los últimos tiempos se habían introducido ciertas mejoras, consideraba que seguía existiendo un retraso respecto a aquellos países también en este ámbito. Mientras que en Inglaterra, Francia, y Alemania se publicaban un buen número de revistas semanales, mensuales, y trimestrales de ciencia popular, en Estados Unidos pocas habían sido las iniciativas de este tipo antes de la creación del *Popular Science Monthly* en 1872 que, a juicio de Newcomb, era la primera revista fundada en Estados Unidos con el propósito de difundir conocimientos de ciencia general o exacta entre un público amplio. Newcomb identifica como una de las principales necesidades de la ciencia de Estados Unidos una publicación que sirviera de medio de comunicación entre los científicos y el público educado, y entre los propios científicos dedicados a especialidades diferentes. Dado que hasta ese momento casi toda la información científica accesible al público provenía de fuentes inglesas que a la hora de publicar daban prioridad al trabajo de sus compatriotas, lo que dificultaba la posibilidad de adquirir reputación a los científicos americanos en su propio país, e impedía a la propia investigación científica original tener la consideración pública que otros países otorgaban a la suya. Entre los defectos que achacaba Newcomb a la ciencia popular estadounidense del momento –salvo unas pocas excepciones-, estaba la cobertura de noticias pasajeras y carentes de importancia, además echaba de menos la discusión de cuestiones científicas y reseñas sobre el progreso científico y sobre el trabajo de los científicos del país, por parte de escritores competentes. Todo ello contribuía a que el público americano no fuese consciente del valor y de la necesidad de realizar y de apoyar la investigación científica original. "El remedio es educar al público inteligente en el reconocimiento de la importancia de la investigación científica, y de la necesidad de otorgar a aquellos que se dedican con éxito a ella algo de consideración que pueda compensarles parcialmente por dedicar sus energías a tareas que, por su misma naturaleza, no pueden reportarles compensación pecuniaria" (Newcomb, 305).

popularizadores y periodistas mal informados.[46] Fue el comienzo de la demarcación de dos tipos de popularización, una de alto nivel, desarrollada por científicos, y otra más comercial y tendente al sensacionalismo, vinculada al tratamiento de la ciencia en los periódicos –algo semejante a lo ocurrido en Gran Bretaña (Burnham, 152).

En ese momento la explicación de los fenómenos naturales mediante las leyes de la ciencia constituía la verdad de la ciencia transmitida por los popularizadores, y si en la primera mitad del siglo la teología natural se había valido de la explicación de los 'hechos' para mostrar la obra del Gran Diseñador que era Dios, ahora los popularizadores no sólo ponían énfasis en transmitir la explicación de los hechos, sino también el método seguido por la ciencia. Se produjo una tendencia entre muchos popularizadores a sustituir a Dios por la Naturaleza, concibiendo la ciencia como una nueva "religión" opuesta a las supersticiones populares y a las supersticiones religiosas.

El surgimiento paulatino de la autoconciencia de los científicos como grupo se tradujo en la formación de la *American Association for the Advancement of Science*, cuyas primeras reuniones fueron sesiones abiertas a los profesionales y a los legos. Sin embargo, posteriormente, aunque en ella se fomentaron y mantuvieron sesiones abiertas y charlas populares, éstas se llevaban a cabo separadas de las reuniones dedicadas a la especialización y al progreso científico, lo que marcaba la separación entre la ciencia profesional y la amateur (Kuritz, 267).[47]

---

[46] Un claro ejemplo de este interés fue la puesta en marcha de un ambicioso proyecto relacionado con la publicación de una colección de libros de ciencia, *The International Scientific Series*, considerada por el historiador de la ciencia Bernard Lightman como "un monumento a los esfuerzos de los profesionales por controlar la comprensión pública de la ciencia moderna". La colección incluía tanto obras de ciencia natural como de ciencia social, escritas mayoritariamente por científicos profesionales que pretendían difundir los últimos conocimientos de las diferentes áreas de la ciencia en los que eran especialistas. El fin último era educar a una audiencia popular amplia de una forma más precisa y rigurosa de lo que, a su juicio, habían hecho hasta entonces los escritores que no eran científicos profesionales, debido a su menor conocimiento de los temas tratados. En su totalidad estaba formada por 96 títulos (sin contar las ediciones revisadas) escritos entre 1871 y 1911, y apareció en Estados Unidos, Gran Bretaña, Francia, Alemania, Italia, y Rusia, auspiciada por 6 editores distintos. La idea de la colección surgió en Estados Unidos de una propuesta del científico amateur, popularizador, y uno de los mayores difusores de la ciencia de ese país en aquel momento, E. L. Youmans, aunque las negociaciones para fundarla se llevaron a cabo en Gran Bretaña. Entre sus fundadores destacan nombres como los de los científicos profesionales Herbert Spencer, T. H. Huxley, y John Tyndall, y el propio Youmans. Finalmente, la mayor parte de los colaboradores fueron europeos. La colección resultaba atractiva para los científicos a quienes se les propuso colaborar, no sólo por el loable fin de educar al publico, sino también por que les permitiría difundir una imagen secular de la ciencia entre una gran audiencia, así como por los importantes beneficios económicos que les reportaría (Howsam, 193; Lightman 2000, 105).

[47] La *American Association for the Advancement of Science* fue fundada en Philadelphia el 20 de septiembre 1848. Su formación significó la constitución de una comunidad científica como tal, a nivel nacional, puesto que hasta entonces los científicos en Estados Unidos se encontraban dispersos tanto geográficamente como en disciplinas. Sus fundadores –entre los que se

La creación de instituciones relacionadas con la ciencia en las últimas décadas de la primera mitad del siglo, se vio acompañada paralelamente del aumento y de la consolidación de distintas iniciativas de popularización como libros, revistas, charlas, museos, y asociaciones de ciencia amateurs.

De forma global, Bruce Lewenstein identifica cuatro tendencias en la popularización de la ciencia estadounidense del siglo XIX:

a) Destacados científicos escribiendo sobre ciencia de forma clara y persuasiva; en unas ocasiones para explorar los temas filosóficos suscitados por su trabajo más técnico y, en otras, para hacer proselitismo a favor de una visión científica del mundo.
b) Museos que exponían colecciones de curiosidades –como animales disecados, plantas, y minerales– con la intención de atraer tanto a las elites cultas como a las masas, en apariencia para educar pero más comúnmente para entretener.
c) Esfuerzos para educar a las clases más bajas durante la Revolución Industrial, con el fin de crear una población activa consciente de los medios y de la ideología de un mundo moderno y tecnológico.
d) Conferencias itinerantes y demostraciones públicas dirigidas a las masas, de nuevo tanto por razones educativas como de entretenimiento.

---

encontraban los científicos más distinguidos del país- pretendían promover la ciencia y la ingeniería y representar los intereses de todas las disciplinas. Para ello tomaron como modelo a la *British Association for the Advancement of Science,* de forma que sus objetivos eran similares: "Mediante reuniones periódicas e itinerantes, promover las relaciones entre quienes están cultivando la ciencia en diferentes zonas de los Estados Unidos, dar un impulso más firme y más general, y una dirección más sistemática a la investigación científica en nuestro país; y obtener más medios y más utilidad para los trabajos de los científicos".
Sus primeras reuniones fueron celebradas como grandes acontecimientos en las ciudades que las acogían. La prensa ofrecía una cobertura amplia de las mismas, publicando, en ocasiones, las actas de forma literal, y trataba a sus miembros como grandes celebridades.
A finales de siglo, como consecuencia de la creciente especialización, las disciplinas científicas fueron creando secciones propias dentro de la AAAS, secciones que acabarían convirtiéndose en sociedades independientes, lo que produjo una disminución del número de socios y un debilitamiento de la institución. A pesar de ello, en las primeras décadas del siglo XX, la AAAS creció y se transformó a medida que la empresa científica adquirió su configuración moderna. Las sociedades escindidas asumieron muchas de las funciones que había desempeñado hasta entonces la asociación, fue entonces cuando, además de mantener la mayoría de sus objetivos originales, inició sus primeros programas en educación y comprensión pública de la ciencia, hizo valer su influencia en la política científica nacional, y trató de dirigir la ciencia hacia una mayor responsabilidad social. Pero no sería hasta la segunda mitad del siglo XX cuando la AAAS emprendió nuevas iniciativas relacionadas con la comprensión pública de la ciencia de un manera más activa (AAAS. *150 Years of Advancing Science: A History of AAAS*).

La influencia intelectual de los escritores ingleses y de las publicaciones británicas fue muy importante durante el siglo XIX, y muchas de estas actividades estaban basadas en iniciativas provenientes de la herencia cultural británica (Lewenstein 2000, 4). Mientras que en Inglaterra las actividades de popularización estaban más centralizadas en Londres, la extensa geografía estadounidense propiciaba más un tipo de popularización basada en oradores itinerantes, que a partir de 1820 ofrecerían un tipo de acceso a la ciencia parecido al que en Inglaterra se podía encontrar en la *Royal Institution* –cuyas charlas y otras actividades sirvieron de ejemplo en Estados Unidos– o en los institutos de mecánica. En ocasiones, grandes científicos británicos como Charles Lyell, Tyndall, y Huxley, viajaban a Estados Unidos e impartían ciclos de conferencias –cuyos contenidos eran transcritos, en ocasiones, en algunas publicaciones– que atraían a audiencias numerosas, deseosas de escuchar a oradores venidos de Europa, y por las que estos cobraban considerables cantidades de dinero.[48]

Ante la deficiente situación del país en lo referente a la investigación en ciencia básica, en 1872 Tyndall fue invitado por un grupo de hombres de ciencia a dar una serie de charlas de carácter experimental en diferentes ciudades. Su propósito era promover entre el público la educación y la investigación científica, hablando de sus propias investigaciones y no tanto de las 'maravillas' de la ciencia. Las charlas tuvieron un gran éxito, lo que de alguna manera venía a demostrar que existía un gran interés en los asuntos científicos, un interés que no se correspondía con el nivel de desarrollo de la ciencia en ese país. En estas charlas trató de diferenciar la investigación científica básica de las aplicaciones derivadas de ella, con el fin de hacer comprender al público que la investigación científica debía de ser valorada por sí misma. Consideraba que la noción popular de la ciencia no se correspondía con la ciencia como tal, sino con sus aplicaciones, lo que dejaba lado a los encargados de llevar a cabo la investigación original, sin los que esas aplicaciones no serían posibles. De este modo trataba de transmitir la importancia de fomentar la investigación. A su juicio, la salud de la sociedad en lo que se refiere a la ciencia, dependía de la existencia de tres grupos distintos: en primer lugar, el investigador cuya vocación es la búsqueda de la verdad en sí misma, más allá de los fines prácticos, en segundo lugar, un grupo que incluye al docente, al difusor público del conocimiento, y al encargado de preparar a

[48] Las charlas sobre física impartidas por Tyndall en Nueva York en el año 1872, tuvieron tanto éxito que la edición especial con la transcripción de las mismas publicada por *Tribune* vendió más de 50000 copias. En 1876 Huxley lograría un éxito similar en sus charlas americanas sobre evolución (Rhees, 6).

nuevos científicos, y en tercer lugar, el encargado de transformar el conocimiento para satisfacer las necesidades de la vida (Cohen 1959, 673).

El público se sentía atraído por la ciencia y acudía a los liceos a escuchar charlas –impartidas tanto por científicos reconocidos como por aspirantes a serlo–, en las que la ciencia era presentada de forma entretenida, y se hacía hincapié en sus consecuencias prácticas y curiosas. El nivel de dificultad de las exposiciones era diverso, desde experimentos con elementos químicos, demostraciones prácticas sobre electricidad y magnetismo, y exhibiciones con aparatos, hasta cursos de varios días de duración sobre química, filosofía natural, geología, botánica, astronomía, etc. El tipo de educación científica que se proporcionaba en estos lugares estaba relacionado generalmente con "el culto a la autosuperación personal" (Cotkin, 202). A su vez, en los institutos de mecánica los contenidos de las charlas giraban fundamentalmente en torno a las consecuencias prácticas de la ciencia. De manera que, por lo general, las audiencias que acudían a ellas, en unas u otras instituciones, podían encontrar una combinación de entretenimiento, educación, e ideología.

Algunos popularizadores también aspiraban a llegar a un público que carecía del bagaje necesario para apreciar o comprender la ciencia, o que no estaba interesado en la autosuperación personal. Los popularizadores que se dirigían a este tipo de público –tratando de satisfacer los 'gustos más bajos'–, no eran únicamente vendedores de panaceas o autores de periódicos de ciencia sensacionalistas, sino que entre ellos también había figuras respetables que pretendían entretener más que educar.

No obstante, en una sociedad como la estadounidense, los principales factores que atraían al público hacia la ciencia, por delante incluso de la búsqueda de entretenimiento, eran, en primer lugar, la curiosidad intelectual y, después, el interés. Entre los intereses o preocupaciones personales que movilizaban al público en busca de conocimiento científico destacaban la religión y la salud (Burnham, 41). Tanto es así que en las últimas décadas del siglo los popularizadores se esforzaron por vincular la ciencia a los asuntos humanos y comenzaron a recurrir a ella para tratar temas relacionados con la salud, acercando al público los últimos descubrimientos. Esto propició que se alejaran de posiciones anteriores en las que se acostumbraba a vincular la salud con cuestiones de carácter moral, mágico, místico y

religioso, lo que ayudó a potenciar la autoridad de la ciencia entre el público, y tuvo un claro reflejo en la proliferación de revistas sobre salud dirigidas a la clase media y alta.[49]

Por lo general, las charlas, las revistas, y los museos eran medios de popularización dirigidos a un público con una formación superior a los niveles básicos, y era más habitual que los americanos con niveles educación inferiores accediesen a informaciones de carácter científico por medio de almanaques y periódicos, dado que estos recogían una mayor variedad de informaciones dirigidas a lectores más diversos y con diferentes grados de educación. Los almanaques no incluían mucha información relacionada con la ciencia, pero con el avance del siglo fueron descartando contenidos supersticiosos y fomentando cierta receptividad de los lectores hacia la ciencia. La proliferación de los periódicos diarios y semanales, gracias al abaratamiento de los costes, facilitó la difusión de noticias científicas y, aunque a veces se nutrían de información que obtenían de charlas públicas y de otras publicaciones, lo más común era que ofrecieran contenidos de un nivel básico, datos curiosos, aplicaciones prácticas, fenómenos meteorológicos y astronómicos e, incluso, los periódicos más baratos –la prensa de penique– publicaban noticias de dudosa credibilidad (Burnham, 141).

La aparición de *El Origen de las Especies* en 1859, generó un mayor interés público hacia la ciencia, sin embargo, conforme fue consolidándose el darwinismo, las charlas públicas sobre el tema fueron perdiendo notoriedad ya que, a diferencia de otros conocimientos científicos en los que se podía hacer un despliegue de aparatos sofisticados que entretuviesen a la audiencia, era más adecuado para ser expuesto de forma escrita. Como consecuencia, a mediados de la década de 1860 se produjo un incremento de publicaciones sobre ciencia –de revistas y de periódicos– que provocó a principios de la siguiente década el mayor nivel de intensidad de la actividad popularizadora hasta esa fecha. Además del darwinismo, se han barajado otras dos razones para explicar el crecimiento del interés en la ciencia y de la popularización durante este periodo, en primer lugar, se señala el aumento del progreso tecnológico

[49] Por otro lado, a finales de siglo también se observa en los periódicos una tendencia a publicar noticias de carácter sensacionalista, que afectaba de forma especial a temas relacionados con la salud y la medicina, lo que obligó a los popularizadores respetables a luchar no sólo contra la superstición, sino también contra las informaciones erróneas de naturaleza pseudocientífica (Burnham, 55).

ocurrido tras la Guerra Civil norteamericana y, en segundo lugar, la mayor importancia que se daba a la ciencia en los programas académicos de las escuelas y de las universidades (Bennett, 15).

La difusión de la popularización de la ciencia escrita fue considerable durante el siglo XIX, ya fuera mediante libros, revistas, o periódicos –de origen británico y estadounidense– y, al igual que en Gran Bretaña, las publicaciones periódicas, tanto de carácter general como especializado, jugaron un papel decisivo en la popularización de la ciencia, siendo el principal medio de transmisión de imágenes de la ciencia al público.[50]

Whalen y Tobin en su análisis de las publicaciones periódicas y su relación con la popularización de la ciencia en América, durante el periodo comprendido entre 1860 y 1910, distinguen tres categorías dentro de las publicaciones que promovían la imagen pública de la ciencia: 'publicaciones que incluyen ciencia popular', 'publicaciones de estudio científico', y 'publicaciones de ciencia general'.

Estos autores restringen fundamentalmente la audiencia de la popularización que aparecía en estas publicaciones a los cuatro grupos que propuso Nathan Reingold en su clasificación de los individuos relacionados con la ciencia en América durante el siglo XIX: los 'partidarios', los 'cultivadores', los 'practicantes', y los 'investigadores' de la ciencia. Aunque los tres últimos grupos formarían parte de la comunidad científica, sólo los miembros del último podrían considerarse profesionales por sus credenciales y por sus publicaciones. La dedicación a la ciencia de los 'cultivadores' y de los 'practicantes' tendría un carácter más secundario y no contribuirían a su avance mediante la investigación, sino que formarían parte de un ideal relacionado con la instrucción y el cultivo personal –en virtud de un estilo racional de vida idealizado en América durante el siglo XIX. Conforme se produjo la consolidación de la organización institucional de la ciencia, los 'practicantes' fueron asumiendo la tarea de pedagogos dentro del mundo académico, y los 'cultivadores' fueron perdiendo relevancia dentro de la comunidad científica. Por su parte, los 'partidarios' –interesados en la ciencia y en sus aplicaciones, y guiados, al igual que los 'cultivadores' y los 'practicantes', por el afán de ilustración– pertenecían también al grupo de los amateurs, aunque excluidos de un ámbito más académico (Whalen y Tobin, 195). Todos ellos constituían una audiencia culta, con un nivel de formación superior al de la población en general.

---

[50] El aumentó de publicaciones relacionadas con la popularización se sitúa dentro del incremento general de revistas y periódicos de carácter no político que se produjo en la década de 1840. Durante este periodo el número de revistas pasó de menos de 500 a más de 600, y el de periódicos, de 138 diarios y 1266 semanales, a 254 diarios y 2048 semanales (Burnham, 36).

Eran las 'publicaciones que incluían ciencia popular' entre otros contenidos de diversa naturaleza, las que tenían una audiencia más heterogénea, que aunque estaba formada principalmente por 'cultivadores', también incluía al público alfabetizado en general, e incluso a lectores con mayor formación –más propios de los otros dos tipos de publicaciones. En ellas los avances científicos se relacionaban con la realidad común o pretendían formar al lector. Y en algunas la ciencia contenida era del estilo de la ciencia que aparecía en los periódicos e incluso transcripciones de charlas de carácter más académico. Solían incluir ensayos escritos por autores europeos, o colaboraciones de 'cultivadores' de la ciencia a nivel local que escribían textos sobre lecturas o temas que consideraban interesantes pero que no estaban basados en investigaciones propias. Dentro de esta categoría se incluyen las publicaciones de circulación masiva accesibles a audiencias más amplias, que por lo general no dedicaban gran atención a la ciencia. La ausencia de revistas exclusivamente de contenido científico durante los primeros años del siglo, centró la aparición de noticias y reseñas científicas –especialmente de historia natural y de filosofía natural– en este tipo de publicaciones de carácter general como: *North American Review*, *American Monthly Magazine and Critical Review*, y *American Quarterly Review*, fundadas en 1815, 1817, y 1827 respectivamente.

La audiencia de las 'publicaciones de estudio científico' estaba compuesta principalmente por 'cultivadores' y 'partidarios' de clase media, y más que centrarse en áreas concretas de la ciencia, transmitían una perspectiva general de ella, orientada no tanto a una actividad profesional especializada o a una actividad de investigación empírica, como al ideal que la consideraba un medio de reforma personal –a través de su estudio– y social –a través de su contribución al progreso de la civilización. Estaban concebidas para facilitar la educación y la formación de sus lectores, por lo que ofrecían contenidos menos sistemáticos y técnicos que las 'publicaciones de ciencia general'. Estas últimas, comprometidas con el fomento de la ciencia, en un primer momento además de dirigirse a audiencias especializadas, como los 'investigadores' interesados en otros campos distintos a su especialidad, también se dirigían a audiencias más populares, principalmente a los 'cultivadores' y a los 'practicantes' y, en menor medida, al público culto, aunque no tenían en cuenta la posibilidad de llegar a un público masivo. Combinando artículos técnicos con otros sobre intereses más generales, se orientaban a promocionar las teorías y los resultados científicos desarrollados por la comunidad científica. Mostraban la ciencia como un cuerpo de conocimiento integrado que servía de herramienta para interpretar el mundo, con el objetivo de transmitir una imagen definida de su función, empleando para ello una terminología no especializada y

presuponiendo cierta familiaridad del lector con los métodos inductivos o experimentales a los que hacían referencia. Con la creciente organización e institucionalización de la ciencia, estas publicaciones fueron restringiendo su audiencia a los miembros de la comunidad científica, perdiendo al público culto y a los cultivadores como público potencial, y limitándose a los practicantes y a los investigadores (Whalen y Tobin, 196; Burnham, 131). Entre ellas cabe destacar la *American Journal of Science* –fundada en 1818, teniendo como modelo a la británica *Philosophical Magazine*, y dirigida principalmente a especialistas, aunque también incluía contenidos para científicos amateurs y un público más general–, o la revista del instituto de mecánica de Philadelphia, el *Franklin Institute* (Kuritz, 264). No obstante, las revistas de ciencia dirigidas a un publico más amplio no lograban sobrevivir durante mucho tiempo, como fue el caso de la *Scientific Journal*, que dejó de publicarse al cabo de menos de un año de su aparición en 1818 –contenía problemas elementales de matemática y experimentos de química que el lector podía hacer en su casa. Otra de ellas fue la *Boston Journal of Philosophy and the Arts, Exhibiting a View of the Progress of Discovery in Natural Philosophy, Mechanics, Chemistry, Geology, and Mineralogy; Natural History, Comparative Anatomy, and Phisiology; Geography, Statistics, and the Fine and Useful Arts* (1823-1826), dirigida a un público culto con el objetivo de ofrecer una visión completa del trabajo de los hombres de ciencia, y que dejó de publicarse por falta de financiación (Burnham, 132).

La primera publicación de ciencia general, destinada principalmente a la clase media culta norteamericana, con el éxito suficiente como para poder ser publicada durante varias décadas, fue el *Popular Science Monthly* –dirigida por Edward Livingston Youmans. El primer número vio la luz en 1872, y aunque su director la había concebido en un primer momento para presentar al público *El Estudio de Sociología* de Herbert Spencer, pronto pasó a hablar en nombre de la autonomía y de la credibilidad cultural de la ciencia. Youmans afirmó que sus propósitos eran culturales: interesar e ilustrar al público no científico, estimular la curiosidad intelectual de los lectores provocando su reflexión y exponiendo los métodos científicos de investigación, producir un gusto por la literatura científica, así como un reconocimiento del conocimiento científico en la comunidad lectora mediante referencias a su utilidad práctica y a su aplicación a la vida cotidiana, pero huyendo de la información sensacionalista (Burnham, 37; Whalen y Tobin, 199). Las cifras de circulación de la publicación dan una idea de la avidez de la clase media por el conocimiento científico, en 1886 se alcanzaron los 18000 ejemplares, un número elevado si se tiene en cuenta que se trataba de una publicación cara. Pero estas cifras no se mantuvieron con el tiempo, y cayeron a 10000 ejemplares hacia 1900. Años después, en 1915, la revista tenía pérdidas, por

lo que sus responsables decidieron modificar el contenido, eliminaron los elementos de ciencia teórica y primaron los contenidos de tecnología popular, artilugios y pasatiempos, más acordes con los intereses populares del momento hacia los asuntos prácticos. Esto tuvo como consecuencia la creación una nueva revista –escrita por científicos y dirigida a un lector con un nivel de conocimientos elevado, perteneciente, por lo general, a la comunidad científica– titulada *Scientific Monthly,* que se mantendría en publicación hasta 1957, año en el que fue absorbida por la revista *Science*. Algunas de las explicaciones que los historiadores han barajado para tratar de explicar la decadencia del *Popular Science Monthly* son las siguientes: la disminución del entusiasmo de la clase media por la información científica, el desdén profesional por la popularización, la cada vez mayor especialización y sofisticación de las ciencias, y el aumento de dudas religiosas con relación a la dirección de la ciencia.

Pero esta disminución de la popularización entre la clase media –durante la primera quincena del siglo XX– no significaba que la ciencia se hubiese convertido en un tema carente de interés para los estadounidenses. Los propios científicos sentían que se había producido un leve aumento en el aprecio del público hacia su profesión y en el reconocimiento hacia la labor de investigación que realizaban (Tobey, 4). Algo que viene a respaldar la posición de algunos autores que afirman que tal descenso en las actividades de popularización pudo deberse, más que a una disminución del interés del público o a una carencia de esfuerzo por parte de los popularizadores, al hecho de que el nivel de expectación de la gente hubiese disminuido debido al éxito del trabajo realizado en los años anteriores al haber logrado la aceptación normalizada de la ciencia (Burnham, 160). De esta forma, una vez conseguida la aceptación pública de la ciencia profesional, los científicos habrían dejado de sentir la necesidad de popularizar la ciencia, una actividad a la que se habían visto abocados décadas antes como resultado del proceso de profesionalización y de especialización del conocimiento. En palabras de Ronald C. Tobey:

> "La popularización fue la respuesta natural para que los especialistas, en una sociedad democrática, justificaran la especialización y acabaran con la confusión pública sobre lo que estaban haciendo. …La popularización era necesaria para explicar la posición de la nueva ciencia sobre las viejas creencias. Se esperaba, por lo tanto, que cuando la ciencia profesional fuese aceptada –o no atacada más– por el público, esta motivación desaparecería. Los científicos también habían popularizado su trabajo para obtener el apoyo financiero y social de la clase media culta. A finales del siglo XIX y principios del XX, se encontraron otras fuentes de financiación en las

industrias, universidades, y obras filantrópicas… Como consecuencia, la popularización disminuyó como actividad profesional" (Tobey, 9).

Una vez que los científicos habían establecido conexiones con el Gobierno y otros centros de influencia y poder, y se había consolidado la estabilidad del conocimiento especializado, el interés por la popularización disminuyó entre ellos (Kuritz, 269). Lo que no significa que los científicos y las publicaciones intelectuales no estuviesen preocupados por la falta de comprensión del público respecto a los últimos desarrollos científicos y de la ciencia en general.

El caso del *Popular Science Monthly* no fue único, y las revistas sobre ciencia –al igual que las secciones de ciencia en las revistas de carácter general– sufrieron una crisis generalizada. Esto provocó que los periódicos se convirtieran en el principal suministrador de información científica, con los riesgos que algo así implicaba para la calidad del tratamiento que recibía dicha información, puesto que sólo tres de los periódicos más importantes (*New York Sun*, *Evening Post*, *Boston Transcript*) contaban con expertos y críticos dedicados a la cobertura de noticias científicas. Los científicos sentían que el hombre de la calle no tenía una percepción real de los efectos socialmente beneficiosos o prácticos de su trabajo, y a pesar de esta situación de ignorancia pública y de indiferencia industrial, no optaron por poner en marcha actividades de popularización como estrategia global. Fue así como "la culminación de la profesionalización de la ciencia en estos años aisló más a los científicos e hizo de la popularización una actividad científica inaceptable" (Tobey, 8).

Esta indiferencia de los científicos hacia la popularización, en comparación a lo sucedido durante las décadas anteriores en las que pusieron en marcha diferentes estrategias que aumentaron el flujo de la comunicación –en buena medida dirigida a la clase media–, se vería compensada de alguna manera con la entrada en escena del movimiento socialista norteamericano, preocupado por divulgar las ideas científicas a la clase trabajadora. El hecho de que a finales del siglo XIX se mitigara en parte el entusiasmo de la clase media estadounidense por la popularización, unido al desinterés de la comunidad científica profesionalizada, no significó que la ciencia no siguiera siendo popularizada por otros grupos, entre los que destacaba por su fervor el movimiento socialista, el autodenominado centinela de la clase trabajadora. Los socialistas científicos trataban de fundamentar su discurso, al igual que la clase media,

en un leguaje científico y de conseguir que los frutos de la ciencia estuvieran disponibles para una amplia audiencia (Cotkin, 201).

El Parido Socialista Norteamericano, constituido en 1901, ofreció un marco institucional mediante el que la ciencia podía ser comunicada a los trabajadores. Los intelectuales socialistas concebían su trabajo educativo como un deber solemne, convencidos del valor que la ciencia tenía para sus camaradas, puesto que muchos de ellos la concebían como la forma más poderosa de conocimiento moderno. La vinculación de los socialistas americanos tenía sus raíces en la tradición del marxismo europeo, por un lado, y en la cultura americana, por el otro.

En los círculos socialistas americanos y europeos la supuesta conexión entre la ciencia natural de Darwin y la ciencia de la sociedad de Marx, se convirtió en algo casi incuestionable, y el ambiente de la 'cultura de la ciencia' americana propició la creencia de que la ciencia y el socialismo estaban hechos el uno para el otro. Junto a su confianza en la ciencia, los socialistas americanos esperaban apropiarse de la tradición y del prestigio cultural de la ciencia para su causa (Cotkin, 205).

A juicio de Cotkin, la fe socialista en la ciencia y en su poder para liberar y para dominar el discurso era sincera, al igual que lo era el fervor por comunicar sus hallazgos a la clase trabajadora. No obstante, para que una empresa educativa como ésta tuviese éxito, era necesario dotarse de una infraestructura que facilitase la divulgación de la información, una infraestructura que en este caso fue proporcionada por la Compañía Editorial de Chicago de Charles H. Kerr. Uno de los proyectos que emprendieron fue la publicación de la 'Colección de Ciencia para los Trabajadores', cuyo primer volumen vio la luz en 1905. El objetivo era mostrar las conexiones de la ciencia con el socialismo, aunque lo cierto es que en los volúmenes de la colección no se desarrollaban argumentos marxistas explícitos y en la mayoría de ellos no se alcanzaba el objetivo propuesto –a menos que se hiciera una lectura bastante forzada–, aunque sí realizaban exposiciones claras y concisas de la ciencia (Cotkin, 208).

Existían también bibliotecas públicas de los trabajadores socialistas que poseían entre sus fondos libros de ciencia disponibles en préstamo. Además de facilitar el acceso a obras impresas, asequibles únicamente para un público alfabetizado, el movimiento socialista también organizaba actividades para acercar la ciencia a los trabajadores, como conferencias, debates, grupos de discusión, etc. Uno de los temas que se trataba con frecuencia era el de la compatibilidad entre el darwinismo y el socialismo, de forma que el primero apoyara la doctrina socialista.

La actividad divulgadora de la ciencia llevada a cabo por el movimiento socialista disminuyó en los años 20. Dicha disminución pudo deberse, por un lado, a la dificultad para incorporar los descubrimientos de la física moderna en una filosofía materialista dialéctica y, por otro lado, a que el interés por fundamentar el marxismo en un lenguaje científico pudo disminuir tras la toma del poder bolchevique en 1917, puesto que la revolución rusa habría permitido a los teóricos americanos deshacerse de sus analogías entre la teoría marxista y la ciencia natural y reemplazarlas con el ejemplo más poderoso y actual de una revolución 'científica', la conducida por Lenin (Cotkin, 211).

2. HISTORIA DE LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA DURANTE EL SIGLO XX

2.1. LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA A PRINCIPIOS DEL SIGLO XX

El historiador de la ciencia Peter J. Bowler pone en cuestionamiento una de las creencias más generalizadas sobre la popularización de principios del siglo XX. Se trata de la idea según la cual en esas fechas, tanto en Estados Unidos como en Gran Bretaña, la profesionalización de la ciencia derivó en una situación de abandono de la popularización por parte de los científicos. Bowler afirma que es más un mito heredado que una situación real. Pone en duda esta supuesta indiferencia de los científicos profesionales hacia la popularización, atribuida tanto al hecho de que la ciencia había conseguido vincularse en cierta medida a espacios como la educación, el Gobierno, o la industria –con lo que ya no se consideraba necesario este medio para continuar buscando el reconocimiento público reivindicando el estatus de la ciencia y de los científicos–, como al hecho de que los científicos temían las repercusiones negativas que esta actividad podía tener en su carrera profesional, ante la posibilidad de ser vistos por sus propios colegas como investigadores no entregados plenamente a su tarea, por dedicar parte de su tiempo a una actividad de segundo orden.[51]

Bowler –que limita su análisis a Gran Bretaña–, sostiene que esta idea "es un mito que oscurece el verdadero nivel de participación de los científicos profesionales en el esfuerzo para promover el conocimiento público de la ciencia y el interés por ella" (Bowler, 162). Estaríamos ante un mito fomentado por un grupo de científicos jóvenes que en la década de 1930 defendía posiciones ideológicas de izquierda y hacían campaña en favor de la responsabilidad social de la ciencia. Sus integrantes se presentaban a sí mismos como una nueva iniciativa e ignoraban la mayoría de las obras de popularización realizadas por científicos en las primeras décadas del siglo, unas obras dirigidas a informar a la gente de los últimos descubrimientos, pero que a menudo estaban inspiradas en una ideología diferente a la suya. A juicio de Bowler, de todas ellas, se centraron en criticar las que habían

[51] David M. Knight mantiene que –a diferencia de lo que ocurría en el siglo XIX, cuando la reputación de los científicos profesionales podía verse favorecida por su empeño en hacer entender la ciencia mediante actividades de popularización-, a principios del siglo XX la comunidad científica, centrada en la investigación y en la enseñanza formal, despreciaba la popularización y no concedía ningún merito a aquellos que se dedicaban a ella, de forma que la escritura popular era un campo más frecuentado por escritores especialistas que por científicos profesionales (Knight 2003, 73).

sido escritas por autores con una clara tendencia teológica –como eran James Jeans y Arthur Eddington-, dando la impresión de que este tipo de obras de carácter religioso y conservador hubiesen sido la única excepción al mencionado autoaislamiento de la comunidad científica durante esos años.

En cuanto a la actitud recelosa de la comunidad científica respecto a aquellos de sus miembros que se dedicaban a la popularización, afirma que fundamentalmente iba dirigida a aquellos escritos que aparecían en la prensa periódica diaria, debido a la tendencia de estos medios al sensacionalismo. Por lo general, no ocurría lo mismo si el resultado de la actividad popularizadora era un libro con aspiraciones educativas –en un sentido amplio–, siempre que esta actividad dejase un amplio margen de tiempo para poder dedicarse a la investigación.

Lo cierto es que durante la primera quincena del siglo la popularización que aparecía en los periódicos era equiparada habitualmente con vulgarización –en el sentido peyorativo del término– por su tendencia al amarillismo y a exagerar, e incluso a falsificar, los datos de los descubrimientos científicos. Además, se solía asociar la ciencia con cuestiones mágicas o milagrosas, y se incluía en la sección de humor haciendo mofa del aspecto de los científicos y del extraño vocabulario que utilizaban. Estas circunstancias provocaron el desdén y la hostilidad de los científicos hacia los periódicos, de forma que preferían realizar su trabajo alejados del contacto con la prensa (Dietz, 108). A finales del siglo XIX aparecieron algunas revistas económicas que entraron en competencia directa con la prensa amarilla y con los suplementos dominicales de los periódicos, por lo que aumentó el flujo de noticias sensacionalistas, afectando de manera especial a las informaciones científicas (Burnham, 190).

Por tanto, en contraste con la creencia generalizada, Bowler trata de mostrar como en las primeras décadas del siglo hubo un buen número de científicos profesionales que se dedicaron a escribir para un público no especialista, animados por la comunidad científica y por los editores.

> "Había claramente una demanda, por parte de los editores, de manuscritos que transmitieran los resultados de la investigación moderna en un lenguaje que pudiera ser leído por la gente corriente, y en primer lugar buscaron a los científicos profesionales para que les proporcionaran un material que pudiera ser anunciado como autorizado y actualizado. Los científicos estaban dispuestos a escribir los libros y artículos apropiados con la esperanza de generar un interés público más amplio y, por lo tanto, apoyo para la ciencia" (Bowler, 164).

El espectro de los fines subyacentes a esta literatura era amplio, en consonancia con las ideologías o los intereses de los autores. En virtud de este hecho, se presentaba la ciencia de una forma u otra, y se enfatizaban distintos aspectos, como su utilidad práctica en cuanto fuente de nuevas tecnologías –lo que contribuía a la mejora de la vida cotidiana y del poder económico del Imperio–, o el desafío intelectual y moral que suponía. Lo cierto es que no existía unanimidad entre los propios científicos, no era difícil encontrar posiciones contradictorias sobre temas teóricos concretos, o sobre la importancia global de la empresa científica. A esta diversidad había que sumar la voz de los editores que estaban interesados en contratar expertos que imprimiesen su autoridad a las obras, y que fueran capaces de adaptar el estilo y el contenido de los textos al nivel y a los intereses de la audiencia a la que iban dirigidos. Salvo que estos expertos tuviesen la suficiente relevancia pública como para poder llegar por sí solos a grandes audiencias, eran los editores los que marcaban las directrices a seguir a la hora de decidir los temas y la forma de presentarlos, movidos por su percepción de lo que demandaba el público.

Pero durante este periodo no sólo los científicos expertos escribían obras de popularización, además de los escritores de ciencia no profesionales con los que venían coexistiendo desde hacía décadas, comenzaron a surgir otro tipo de escritores que, aunque no tenían experiencia investigadora, reivindicaban cierta experticia por tener algún tipo de formación científica, y se dedicaban principalmente a la escritura de artículos en los que predominaba la simplificación y el sensacionalismo (Bowler, 166).

La variedad de formatos y de precios de las obras de popularización escritas por todos estos autores era considerable. Proliferaron las series de libros educativos –de carácter menos formal que los libros de texto–, de los que se podían llegar a vender decenas de miles de ejemplares a un precio medio, que podía oscilar entre los 6 peniques y los 7 chelines. Sus contenidos no estaban orientados a presentar novedades teóricas, sino a ofrecer al lector conocimientos generales de un área de conocimiento concreta, con el fin último de hacerle apreciar la relevancia de los últimos desarrollos técnicos. No sólo se dirigían a un público adulto, algunas series estaban pensadas para un lector infantil, aunque la mayoría de ellas estaban escritas por científicos profesionales, sobre todo las que estaban orientadas a una audiencia adulta. En general este tipo de literatura –impulsada en muchas ocasiones más por los editores que por los científicos– presentaba a la ciencia como la sierva de la industria y el Imperio, y no tanto como una nueva fuente de ideas. La publicidad que hacían los editores para promocionarlas aprovechaba el prestigio profesional de sus autores y sugería la idea de que los textos de popularización escritos hasta

ese momento, o bien eran demasiado sensacionalistas, o demasiado técnicos para poder ser comprendidos. En las series en las que además de la información primaba el entretenimiento –muchas de ellas dirigidas a un público infantil– predominaban los autores que sin ser investigadores profesionales poseían conocimientos científicos, por lo que, como ya se ha dicho, podían alegar cierta experticia.

También eran habituales las publicaciones de fascículos semanales o quincenales que el lector tenía que ir reuniendo hasta completar los correspondientes tomos, como *Outline of History* (1920), compuesto por dos volúmenes y escrito por H.G. Wells, o el ejemplo de colaboración entre un escritor profesional y dos científicos, *The Science of Life* (1931), compuesto por 9 volúmenes y escrito por Julian Huxley, H.G. Wells, y el hijo de este último G. P. Wells. Pero no todos los colaboradores de este tipo de publicaciones eran tan conocidos como los citados.

Al igual que en los libros, en las publicaciones periódicas de ciencia popular, que también contaban con la colaboración de científicos profesionales, se empleaban dos estrategias para captar la atención de los lectores:

> "Una era enfatizar las aplicaciones prácticas de la ciencia, apelando al tipo de lector que podría estar fascinado por los nuevos desarrollos en radio, aeronáutica y cosas por el estilo. La otra era apelar al entusiasmo intelectual generado por los nuevos descubrimientos y las principales innovaciones teóricas" (Bowler, 179).

Algunos ejemplos de publicaciones periódicas en las que colaboraban científicos profesionales son *Knowledge*, *Conquest*, y *Discovery*, fundadas en 1881, 1919 y 1920, respectivamente –la primera de ellas por el astrónomo y divulgador Richard Proctor. Con el paso de los años fue haciéndose menos frecuente la presencia de científicos profesionales en revistas de corte muy popular, puesto que exigían un nivel de simplificación que les resultaba difícil de alcanzar, no sólo por falta de habilidad o tiempo para adquirir la suficiente experiencia, sino también por temor a exponerse al rechazo de la comunidad científica ante una alteración excesiva de los conocimientos originales. Ocurrió algo similar a lo sucedido en el mercado de libros, las publicaciones más serias, más orientadas a la educación que al entretenimiento, continuaron contando con la autoridad que les otorgaba la colaboración de científicos profesionales, mientras que los periódicos y las publicaciones más populares ofrecían entretenimiento y presentaban sus contenidos con

un estilo propio de escritores que no pertenecían a la comunidad científica, de forma breve, sencilla, y sensacionalista.

Por lo que respecta a la inclusión de contenidos científicos en publicaciones periódicas de carácter general, en las que estos compartían espacio con otros contenidos de temática variada, la situación comenzó a experimentar un cambio en torno a 1910. En aquel momento, la conjunción de una serie de circunstancias propició que este tipo de publicaciones se convirtiera en un medio de difusión de información accesible a una audiencia muy amplia –y no tanto a un público atento, como era el caso de las publicaciones periódicas populares de ciencia como *Scientific American* o el *Popular Science Monthly*–, llegando a ser durante la primera mitad del siglo una de las principales fuentes de información científica con un formato de entretenimiento. Así, en este periodo se crearon algunas de las grandes revistas de circulación masiva de carácter general, y otras ya existentes introdujeron modificaciones, se produjo una reducción de sus precios, lo que las hizo accesibles a un mercado amplio y las situó en un lugar intermedio entre la prensa diaria, por un lado, y las publicaciones de ciencia popular y los libros, por el otro. Como veremos más adelante, el tratamiento que este tipo de publicaciones daba a la ciencia variaba de unas a otras –aunque pueden identificarse características comunes a todas ellas–, y en muchas de ellas fue modificándose a lo largo del tiempo en función de los cambios que se iban introduciendo en la línea editorial. La colaboración de los científicos no fue la misma en todas ellas, y se prodigaban más en aquellas que trataban la ciencia de una forma seria y rigurosa. Del total de los artículos sobre ciencia que aparecían en estas publicaciones, los escritos por científicos rondaban en torno al 40%. Y los motivos que impulsaban a los científicos a publicar en ellas podían ser muy diversos, además de los puramente educativos o informativos, podían estar encaminados a influir en la opinión pública con fines promocionales, ya fuese de actividades de investigación industrial o para obtener financiación para proyectos de investigación o expediciones científicas. Por lo general, la actitud de la comunidad científica ante la participación en este tipo de publicaciones estaba supeditada a ciertos intereses de la propia comunidad y a la transmisión de una determinada imagen de la ciencia. En su relación con este medio los científicos trataban de controlar el contenido, la estructura, y el tono de la comunicación, apelando al interés público bajo la justificación de evitar una transmisión de información que indujese a error (LaFollette 1990, 25, 52).

Es evidente, por la tanto, que si los científicos no abandonaron las actividades de popularización durante los primeros quince años del siglo XX, sí que, en efecto, se produjo un cambio de actitud y aumentaron su nivel de exigencia respecto a la calidad de la información que transmitían los medios, renunciando a ciertos foros –por lo general aquellos más populares y dirigidos a audiencias más amplias– en los que habían participado anteriormente, quizás por no considerarlos adecuados para asegurar la prosecución de sus actividades.

Independientemente de las causas concretas que hicieron que los científicos optasen por publicar más en unos medios que en otros durante un periodo concreto, Matthew Whalen identifica dos modos de aproximación entre la ciencia y el público, de los que emanaban las representaciones públicas de la ciencia, ambos heredados de las últimas décadas del siglo XIX.[52] En primer lugar habla de *Cientificismo Popular*, refiriéndose a un tipo de ciencia popular de bajo nivel, orientada principalmente al entretenimiento y a la mitificación de la ciencia, puesto que transmitía una imagen de ésta alejada de la verdadera ciencia, de forma imprecisa y sin interés por mostrar un canon de conocimiento ordenado, pruebas de validez, o una estructura lógica que permitiera sustentar las posibles especulaciones que aparecieran en el texto. Sería una ciencia popular propia de la prensa diaria y de otros medios de corte muy popular tendentes a destacar los aspectos más sorprendentes, "mágicos", y utilitarios de la ciencia, en la que los encargados de transmitir la información al público eran escritores sin conocimientos científicos, charlatanes, o periodistas con inclinaciones sensacionalistas. En segundo lugar habla de *Ciencia Popular Genuina*, y la identifica con la ciencia de los científicos puesta a disposición del público con fines más educativos. En ella se enfatizaban más los aspectos sistemáticos y racionales del método de la ciencia, y se encontraría por lo general en revistas con un tono más serio que se hacían eco de

[52] A nuestro juicio se trata de una distinción que no abarca el panorama total de la popularización heredada del siglo XIX, puesto que no tiene en cuenta otros "estilos" de popularización, existentes ya a finales de ese siglo, que ocuparían posiciones intermedias entre los propuestos por Whalen, –y que incluso podrían llegar a solaparse unos con otros en cierta medida. No obstante, al ser dos estilos situados en polos opuestos, resultan útiles a la hora de identificar y representar las dos tendencias extremas en el ámbito popularizador durante el periodo al que se refiere Whalen. Por otra parte, esta distinción es heredera de la planteada por Sheets-Pyenson –entre *'low science'* y *'high science'*-, e incluso, aunque en menor grado, de la planteada por McLaughlin-Jenkins –entre *'low road'* y *'high road'*- (dado que esta se refería más a las rutas de acceso a la información científica y no tanto a los contenidos en juego entre ambas opciones), si bien la distinción de Sheets-Pyenson hacía referencia a un momento histórico concreto en el que la tensión entre ambas alternativas estaba más equilibrada. De manera que podríamos entender el planteamiento de Whalen como una extrapolación de estas propuestas a un momento en el que la tensión entre ambas aún existiendo todavía, se establecía entre términos muy diferentes a aquellos que la propiciaron, debido a la evolución sufrida por la popularización en las últimas décadas del siglo XIX.

informaciones científicas provenientes de individuos autorizados como fuentes de conocimiento preciso (Whalen, 18).

A pesar de las diferencias evidentes entre ambos modos, el primero serviría de ayuda al segundo al fomentar imágenes públicas relacionadas con la comprensión de la ciencia, no sólo encaminadas a estimular el apoyo financiero sino también a provocar la curiosidad por la ciencia. Además de este dualismo Whalen identifica el surgimiento de un nuevo estilo alternativo de popularización durante la primera mitad del siglo XX, cuyo desarrollo se produjo de forma paralela al perfeccionamiento de las presentaciones audiovisuales de los medios de comunicación, mediante la combinación y conciliación de contenidos educativos e informativos con otros de naturaleza más espectacular y cercana al entretenimiento. Sin embargo, a juicio de este autor, la consolidación y el enriquecimiento de este modelo sólo se produciría a partir de la década de 1960, al superar la mera combinación de las interpretaciones de la ciencia procedentes de los dos modelos anteriores, acercando la ciencia al publico de forma más inclusiva y menos autoritaria, desmitificándola, y reconociendo sus límites y la responsabilidad social de los científicos. Todo ello como resultado de una serie de circunstancias que iremos desgranando conforme avancemos en nuestro análisis:

> "No enfrentados más al ostracismo de las fuentes científicas de información que son el semillero de la mayor parte de las especulaciones y de las implicaciones sociales, los medios contemporáneos y los divulgadores ofrecen frecuentemente críticas objetivas, obtienen resultados instructivos y entretenidos, y hacen comentarios libremente respecto al impacto de la ciencia sobre las múltiples instituciones y pautas sociales que constituyen la vida pública para el ciudadano común. Indudablemente, este rumbo alternativo se ha vuelto dominante como consecuencia del potencial de la ciencia, el incremento de la complejidad y del interés de la audiencia y, no menos decisivo, el reconocimiento necesario por parte de la comunidad científica y de sus empresas de que cargan con una enorme responsabilidad en la comunicación al público de la naturaleza de la ciencia (un resultado, a su vez, de un complejo cultural de desilusión popular y de necesidades pragmáticas)" (Whalen, 22).

2.2. LA PROFESIONALIZACIÓN DEL PERIODISMO CIENTÍFICO

Como consecuencia de la Primera Guerra Mundial, el panorama de la popularización experimentó una serie de cambios. En 1916, en Estados Unidos, se fundó el *National Research Council* reuniendo a científicos de distintas especialidades con el fin de aunar sus conocimientos y de unificar la investigación para ayudar a ganar la guerra. Esta experiencia despertó la conciencia de los científicos sobre el papel que podían jugar en beneficio de la nación mediante la consolidación de una ciencia nacional y el mantenimiento de esa organización centralizada de la ciencia que se había constituido en tiempo de guerra. Además, puso de manifiesto, en primer lugar, la importancia y la necesidad de la financiación de la ciencia, por parte del Gobierno y de patrocinadores privados, para mantener la productividad científica y, en segundo lugar, la importancia de la popularización para obtener dicha financiación mediante el fomento del reconocimiento público y de la comprensión, por parte de los hombres de industria, de la necesidad de la investigación básica (Tobey, 65). Estos científicos trataron de convencer al público de que la ciencia y el método científico eran la garantía para mantener los valores del progresismo previo a la guerra, como el individualismo, la democracia política y económica, y el progreso. Otra de las consecuencias de la guerra que también motivó la reacción de los científicos fue su toma de conciencia de la aparición de una oleada de irracionalidad, ya fuera mediante el resurgimiento de algunas pseudociencias y supersticiones, o de corrientes anticientíficas como el movimiento antievolucionista (Rhees, 12). En realidad, desde finales del siglo XIX, los científicos habían recurrido a la exposición de las características del método científico con el propósito de desacreditar a aquellos que hacían uso de explicaciones basadas en supersticiones.

Durante la guerra se había constatado la importancia de la ciencia para el estatus internacional de un país. En los años posteriores creció el interés público por ella gracias a los avances teóricos y prácticos que estaban aconteciendo y que tenían una repercusión directa sobre la sociedad, como los avances en el ámbito de la aviación, la sanidad, la química, etc. Estas circunstancias propiciaron el aumento de la

publicación de revistas y libros de popularización –todo ello favorecido por avances sociales como el incremento del tiempo de ocio y de la alfabetización entre la población en general.[53]

David Dietz, uno de los periodistas científicos pioneros de la época, identificaba, además del papel jugado por la ciencia en la guerra, otras dos causas concretas que alimentaron el interés del público tras la contienda: el interés generalizado que suscitaba la radio, con la consecuente curiosidad por su funcionamiento, y el interés en la teoría de la relatividad de Einstein (Dietz, 108).

Este nuevo boom tardó más en hacerse notar en la prensa diaria, pero finalmente la concurrencia de diferentes sucesos hizo que los directores de los periódicos se convencieran de que los temas relacionados con la ciencia despertaban el interés del público y contribuían a reforzar las ventas. Uno de estos sucesos fue el nombramiento de agentes de prensa o de relaciones públicas en las organizaciones científicas pero, sin lugar a dudas, el hecho decisivo para que algo así sucediera fue la creación del *Science Service*. La conjunción de estas circunstancias contribuyó al inicio de una nueva etapa de la popularización y de la comprensión de la ciencia tras la Primera Guerra Mundial (Davis 1948, 239).

El 18 de marzo de 1920 se constituyó oficialmente el *Science News Service* –cuyo nombre se cambió por el de *Science Service* en diciembre de ese mismo año–, como una agencia independiente de noticias científicas que fue el fruto de los esfuerzos y el convencimiento personal de un grupo de personas obstinadas en hacer llegar la ciencia al público en general. Su principal impulsor y patrocinador fue el magnate de los medios de comunicación Edwin. W. Scripss, en colaboración con el zoólogo de la Universidad de California, William. E. Ritter. Scripps tenía en alta consideración la labor de los científicos, y su valoración de la ciencia como un instrumento del bienestar humano le llevó a fomentar en la medida de sus posibilidades, asesorado por Ritter, una mayor comprensión y apoyo de la empresa científica. Ambos confiaban en que una amplia difusión de los resultados de la investigación científica, del método, y de la actitud mental propios de la ciencia, contribuiría de manera determinante a la prosperidad de la nación. En última instancia, estaba en juego la estabilidad y la seguridad de la democracia, y tenían la convicción de que, en una civilización científica, la educación de la ciudadanía en los avances de la ciencia y en el método científico era fundamental para mantener y fortalecer la democracia. Confiaban,

[53] El nivel educativo de la población creció progresivamente a lo largo del siglo, como lo demuestra el hecho de que en 1900 tan sólo un 6 % de los jóvenes, en edad de hacerlo, se graduaba en la escuela secundaria, mientras que en 1950 la cifra aumentó a un 60 % (Burnham, 180).

así mismo, en el potencial de la prensa diaria como el medio más adecuado para informar y educar a un público mayoritario mediante la transmisión de la ciencia, pero para ello era necesario corregir los errores que se venían cometiendo en su cobertura hasta ese momento. Su idea era asignar a la prensa la función de intérprete que traduce los conceptos de la ciencia a un lenguaje comprensible para el gran público, de tal forma que éste pudiese formarse una opinión bien fundada sobre cuestiones de importancia nacional (Rhees, 20).

En el trasfondo de este discurso, encontramos una triple vinculación entre popularización y democracia: en primer lugar, la difusión de conocimientos forjaría una conciencia pública sobre la importancia de apoyar a la ciencia, dado que ésta era entendida como fuente de progreso y garante de la fortaleza del país y, por ende, del sistema democrático, como se había demostrado en la guerra; en segundo lugar, la transmisión de los conocimientos y de la información al mayor número posible de ciudadanos incidía en el perfeccionamiento mismo de la democracia; y por último, se afirmaba que las consecuencias prácticas de la ciencia contribuían a hacer un mundo más democrático, puesto que ayudaban a abolir las distinciones de clases, liberaban a la mano de obra de gran parte del trabajo más duro, y la fabricación en serie permitía un mayor acceso a productos que anteriormente estaban restringidos a las clases más acomodadas.[54]

El 11 de noviembre de 1919 –antes de la creación del *Science Service*–, Scripps, Ritter, y el hijo del primero, Robert, habían proyectado la *American Society for the Dissemination of Science*. Se pretendía que fuera una sociedad sin ánimo de lucro ideada para suministrar artículos relacionados con la ciencia a los periódicos, con el propósito de sacar el máximo partido de la prensa a la hora de difundir los resultados de las investigaciones científicas. La previsión era que estuviese compuesta por científicos e investigadores, y por un periodista como director. La aportación económica de Scripps ascendería a un total de 500000 dólares, a razón de 30000 anuales. Antes de su puesta en marcha, Ritter se entrevistó con un buen número de científicos y periodistas en busca de apoyo y consejo, fue entonces cuando entró

[54] Llegados a este punto resulta inevitable ir un poco más allá y afirmar que además de aspirar a alcanzar el objetivo de tener un público informado en cuestiones científicas y con una opinión bien fundada, el siguiente paso deseable sería facilitar la toma de decisiones en virtud de esos conocimientos. Sin embargo, como veremos más adelante, tendrían que pasar décadas hasta que esta posibilidad se plantease, fundamentalmente debido a dos razones: a las dificultades de satisfacer el objetivo cognitivo referido a un público 'informado en cuestiones científicas y con una opinión bien fundada'; y al propio desarrollo de los acontecimientos históricos que iría fraguando progresivamente la conciencia, en la sociedad, de la importancia de facilitar la toma de decisiones de los ciudadanos en cuestiones relacionadas con la ciencia.

en contacto con un grupo de científicos pertenecientes a tres sociedades científicas nacionales –la *National Academy of Science*, el *National Research Council*, y la *American Association for the Advancement of Science*– que estaban planificando la creación de una revista de ciencia popular, y decidieron aunar esfuerzos. El 17 de marzo de 1920 se convocó una reunión entre los fundadores de la *American Society for the Dissemination of Science* y representantes de las tres sociedades científicas, donde se expuso la idea del proyecto común y se estableció que sería dirigido por representantes de Scripps, de las tres asociaciones científicas, y de la profesión periodística. El fruto de aquel encuentro fue la disolución de la *American Society for the Dissemination of Science* y la fundación del *Science News Service*. Scripps manifestó su voluntad de no influir en la política de la agencia, Ritter fue nombrado presidente, y para el puesto de director se eligió a Edwin E. Slosson –químico, editor, popularizador, y escritor prolífico de temas tan variados como educación, literatura, religión, y ciencia–, que acabaría convirtiéndose en una de las personas de su tiempo que más empeño puso en impulsar y renovar la popularización de la ciencia (Tobey, 68).

Desde que comenzó a funcionar, en enero de 1921, sus responsables se propusieron realizar una doble tarea, en primer lugar, hacer ver a los directores de los periódicos estadounidenses que la ciencia constituía un buen material informativo y, en segundo lugar, vender y distribuir el material que ellos mismos producían (Davis 1948, 241). Sus primeros años de existencia no estuvieron exentos de contrariedades, la más notable fue la dificultad de encontrar escritores que poseyeran talento literario, formación científica, y que estuviesen dispuestos a colaborar. Slosson hizo llamamientos en busca de candidatos a través de diferentes medios como sociedades científicas y revistas científicas, pero no obtuvo los resultados esperados, no tanto porque los científicos no apoyaran la popularización, sino porque la mayoría prefería dedicar sus esfuerzos a la investigación más que a escribir sobre ella. Ante esta escasez, se admitieron colaboraciones de periodistas sin formación científica, con la confianza de que, al menos, su estilo tendría la ventaja de ser más comprensible para el gran público. Además de la carencia de conocimientos científicos por parte de los reporteros, esta decisión tenía el inconveniente de que los directores de la mayoría de los periódicos preferían informaciones firmadas por personajes relevantes dentro del ámbito científico, una situación que se veía agravada por el hecho de que estos últimos no solían ser buenos escritores. Slosson recurrió entonces a solicitar la colaboración de algunos científicos de renombre que eran miembros del consejo de administración del *Science Service*, y también

consiguió colaboraciones de otros destacados hombres de ciencia. A la larga, la información científica suministrada por el *Science Service* era redactada, además de por un grupo de reporteros independientes, por una plantilla fija de escritores que solían tener una licenciatura en ciencias y se encargaban de informar sobre su especialidad.

Entre marzo y junio de 1922, la sección de cartas al director de la revista *Science* albergó un intercambio de opiniones de varios popularizadores y científicos que relataban distintas dificultades por las que atravesaba la popularización de la ciencia precisamente en este periodo de gestación del *Science Service*. Slosson fue uno de los iniciadores del debate con una carta en la que afirmaba que si se tenía en cuenta la abundancia de periodistas y de escritores de ficción que había en Estados Unidos, así como la enorme cantidad de lectores en comparación con otros países y, además, que en el sistema educativo norteamericano se prestaba más atención a la ciencia y a las clases de narración que en el británico, resultaba preocupante la constatación del bajo nivel de calidad de los libros de popularización de Estados Unidos si se contrastaban con los británicos. Una preocupación que se veía acentuada por las dificultades que él mismo había tenido a la hora de buscar escritores estadounidenses que popularizaran la ciencia en el *Science Service*, lo que le había llevado a recurrir en algunos casos a escritores británicos. Todo ello se resumía en el diagnóstico según el cual si se establecía una comparación con épocas anteriores, podía constatarse que se había producido una disminución del interés, del aprecio, y del conocimiento popular hacia la ciencia en Estados Unidos (Slosson 1922a, 241).

En una carta posterior N. E. Dorsey admitía que, a pesar de los importantes avances científicos que se estaban produciendo y del empeño que algunas asociaciones y agencias científicas estaban poniendo en generar interés en la ciencia, el problema descrito por Slosson se ajustaba a la realidad. Él lo atribuía al tipo de presentaciones que habitualmente los científicos hacían al popularizar la ciencia, lo que le llevó a proponer unas indicaciones que consideraba necesarias, y a advertir también de un posible peligro añadido:

> "Pero para asegurar tal presentación, es necesario; comprender al público, el punto de vista de aquellos con los que deseamos ponernos en contacto, el bagaje mental con el que la ciencia que presentamos debe ponerse en armonía; comprender la ciencia y a nosotros mismos; tener

presente lo que constituye la ciencia; tener una idea clara de lo que queremos dar al público. Por otro lado estamos en peligro de andar a tientas, y de, tal vez a menudo, prostituir el nombre de la ciencia" (Dorsey, 374).

También afirmaba que habitualmente la popularización ofrecía una idea falsa de lo que es la ciencia, cuando trataba de atraer la atención del público mediante un conjunto de datos aislados –adornados con bellas y sorprendentes alegorías y analogías– carentes de significado para ese público, sin mostrar las relaciones existentes entre ellos, omitiendo así aquello que caracteriza a la ciencia y que, a su juicio, hacía relevante y atractiva la información transmitida. Por lo tanto, la tarea a la que se debía enfrentar el científico a la hora de popularizar consistía en elegir las relaciones más significativas, y en decidir la forma más adecuada de presentar la información, para preservar su significado y para que el receptor la pudiera asimilar y adaptar a sus experiencias previas y hábitos de pensamiento. Y aquí radicaría la complejidad y el verdadero reto de la tarea del científico como popularizador, a saber, ponerse en el lugar del lego para conocer sus experiencias y procesos mentales, con el fin de que el conocimiento transmitido le resulte comprensible y le permita entender que la ciencia, además de no ser una mera colección de datos sorprendentes e interesantes, no consiste en la creación de inventos útiles sino en proporcionar el conocimiento básico que da lugar a esos inventos. Para lograr este propósito Dorsey propone acercar la ciencia al público mediante determinados ejemplos que, además de ser rigurosos, deben provocar la reflexión del público:

"1) Explicaciones de descubrimientos en las que se muestre tanto los motivos para emprender el trabajo como los principales pasos en el establecimiento de las conclusiones. 2) Explicaciones de la investigación experimental, o de mediciones precisas, en las que se muestre la línea de razonamiento y ejemplos del control de los experimentos, etc. 3) Explicaciones de experimentos diseñados para establecer posibles relaciones entre datos observados. Sin ignorar experimentos que no hayan tenido éxito. 4) Explicaciones del establecimiento de relaciones entre datos observados por métodos puramente inductivos" (Dorsey, 375).

En su respuesta a esta carta, Slosson abundaba en lo dicho por Dorsey y afirmaba que parte de la culpa de la falta de interés y aprecio del público por la ciencia se debía a la actitud indiferente y hostil de

algunos científicos hacia la popularización. Circunscribiendo el tema a la información científica publicada en los periódicos, Slosson admitía la necesidad de transmitir alguna idea sobre las relaciones entre datos, sobre la forma de obtenerlos, y sobre la información que se deduce de ellos. Pero, por otro lado, esperaba que esto no desalentara a todos aquellos que, como él, se esforzaban por publicar "mera información" en los periódicos al juzgarla pertinente dada la gran cantidad de ficción o narrativa que aparecía en ellos. A su juicio, no cabía esperar de los lectores de periódicos que adquiriesen habilidades propias de los científicos, como el hábito de la experimentación, la crítica constante, el razonamiento riguroso, la formulación de hipótesis, etc., sino que:

> "Lo máximo que podemos esperar es que el lego llegue a conocer la ciencia lo suficiente para comprender los métodos y los objetivos de la investigación, y apreciar su valor para la civilización" (Slosson 1922b, 481).

Slosson achacaba esa falta de comprensión y de reconocimiento al hecho de que los hombres que comprendían el valor de la ciencia no hubieran estado dispuestos a hacer el esfuerzo de transmitir al lego su información. Una situación que parecía estar produciéndose también en Gran Bretaña en ese momento, donde estaba perdiendo fuerza la tradición histórica que había llevado con frecuencia a personalidades destacadas a tratar de tender puentes entre los especialistas y el público.

Posteriormente se sumó al debate el que llegaría a ser editor científico de *The New York Times*, Waldemer Kaempffert, con una contribución en la que afirmaba que ni Slosson ni Dorsey alcanzaban la raíz del problema. Según él, la causa por la que una buena parte de los científicos preferían mantenerse al margen de los medios de comunicación y les hacía reticentes a cooperar en la popularización de los resultados de sus investigaciones, no era otra que el criterio editorial seguido por el periodismo americano del momento. Un criterio que llevaba a descuidar la presentación sencilla, humana, e interesante para el lector, de la información científica, y que se centraba excesivamente en los aspectos sensacionalistas relacionados con lo que los medios denominaban el "interés humano" de la información, como cuestiones de carácter personal relacionadas con el aspecto físico o lo hábitos de vida de los científicos. De este modo, se distorsionaban los contenidos publicados de tal forma que podían llegar a ofrecer una imagen

ridícula de los científicos, y se omitía, en definitiva, la importancia real de sus descubrimientos (Kaempffert, McDonald, y Brewster 1922, 620).

A este conjunto de dificultades que atañían a la popularización –presentaciones poco adecuadas de los contenidos científicos para poder facilitar la comprensión de la verdadera naturaleza de la ciencia, la falta de interés de los científicos en la actividad popularizadora, y el tratamiento que daban a la información científica los medios de comunicación–, se añadía otra a la que también tuvo que hacer frente el *Science Service* durante sus primeros años de existencia. Era una dificultad derivada de la estrecha relación que mantenía el *Science Service* con las sociedades científicas, y por lo tanto con la comunidad científica en general, puesto que a pesar de las ventajas que algo así le podía aportar, también le hacía correr el riesgo de convertirse en un agente de prensa o en un gabinete de relaciones públicas, y no en el servicio de prensa independiente que aspiraba a ser. Aunque en un principio se inclinó más hacia la primera orientación, finalmente, gracias al criterio de Scripps, se aclaró que el objetivo fundacional para el que había sido creado era el de ofrecer información científica a la prensa, y no el de ejercer las funciones propias de un órgano publicitario al servicio de las sociedades científicas. Según sus propias palabras:

> "El primer objetivo de esta institución debería ser precisamente todo lo contrario de lo que se considera propaganda. Su objetivo nunca debería ser proporcionar argumentos y datos con el propósito de crear partidarios de cualquier causa particular. Su único objetivo debería ser presentar los datos de una forma amena e interesante– datos en los que el lector podría fundar y probablemente fundaría su opinión sobre un asunto político o sociológico, o con relación a su responsabilidad respecto a él mismo y a su prójimo" (Davis 1948, 244).

Se trataba de un objetivo no siempre fácil de cumplir, teniendo en cuenta que buena parte de los miembros del consejo de administración del *Science Service* pertenecían a tres de las sociedades científicas más importantes, algo que, de manera inevitable e informal, dejaba su impronta en las actividades que se llevaban a cabo (Rhees, 24).

Desde el principio, una de las prioridades de Slosson fue aprovechar el impulso que había adquirido la prensa popular para llegar a un público cada vez más numeroso y, al mismo tiempo, tratar de contrarrestar la tendencia a presentar la ciencia popular de un modo claramente amarillista y alejado de lo que debería de ser un tratamiento correcto de la información científica. Al igual que Scripss y Ritter, creía que el futuro y la fortaleza de la democracia dependían de los investigadores de ciencia básica y del reconocimiento público de estas investigaciones, lo que exigía un público educado, capaz de comprender la ciencia, apreciar su valor, y apoyarla. En este sentido la finalidad principal del *Science Service*, y de la popularización que en él se realizaba, era promover un consenso público sobre la importancia de la ciencia nacional, preservando una serie de valores defendidos por los científicos y relacionados con la idea de progreso y con la ciencia entendida como la base de ese progreso. Por ello, era fundamental transmitir estas ideas y capacitar al público para distinguir los discursos fundados en la ciencia de aquellos otros basados en falsas concepciones supersticiosas y pseudocientíficas (Tobey, 74).

Para llevar a cabo una tarea semejante había que encontrar la forma de desplazar ese tipo de informaciones falsas mediante una presentación de la ciencia que fuese al mismo tiempo rigurosa y atractiva para el gran público, y que convenciese a los directores de los periódicos del interés que podía suscitar entre sus lectores el hecho de incluir informaciones científicas. Lograr este propósito sin acabar adoptando un estilo excesivamente sensacionalista, no era en modo alguno sencillo teniendo en cuenta los gustos y la formación del lector medio. La presentación de la ciencia mediante hechos insólitos y adjetivos superlativos parecía una forma adecuada para llegar a este tipo de público, pero sin olvidar la necesidad de "ampliar este interés a la comprensión de los fenómenos comunes de la naturaleza y a los aspectos fundamentales de la ciencia", puesto que lo que se pretendía era educar al público en el modo científico de pensar (Rhees, 30).

Así pues, Slosson se inclinó por introducir cierto tono sensacionalista, aunque moderado, adoptando un estilo en el que se humanizara la ciencia –vinculándola a intereses y necesidades humanas–, de forma que se captara la atención del lector con titulares llamativos que destacaban los aspectos históricos, románticos y dramáticos de los descubrimientos científicos, mostrando la ciencia como la nueva frontera y los científicos como los pioneros del momento. Todo ello sin perder de vista la finalidad educativa y el

objetivo de ganar el espacio que ocupaban las pseudociencias.[55] Una vez más, una forma añadida de lograr el reconocimiento de la ciencia por parte del público, así como su apoyo al aumentó de la financiación de la investigación –con los consiguientes beneficios para el público y para la propia ciencia que esto implicaría– consistía en enfatizar sus aspectos prácticos y útiles, como ya se había hecho en el siglo anterior.[56] Además de su utilidad práctica y de su consideración como instrumento de progreso, Slosson pensaba que había que mostrar el valor de la ciencia como una guía de comportamiento y de pensamiento adecuados en lo referente a cuestiones personales y políticas, a saber, como una forma de vida.

La forma de llevar a cabo estas ideas era tratando de interesar a un público general, evitando la información irrelevante, con un grado adecuado pero no excesivo de simplicidad, y aspirando a un estilo lo más claro posible. En última instancia, Slosson estaba pautando las directrices del periodismo científico, algo que constituía una novedad hasta ese momento, puesto que a pesar de que la prensa venía incluyendo información científica desde mucho antes, éste era el primer esfuerzo colectivo para establecer unas normas de actuación dirigidas a lograr un objetivo concreto dentro del ámbito del periodismo científico, y suponía la fundación de esta disciplina de manera organizada. Uno de los ayudantes de Slosson, Watson Davis –su sucesor en la dirección–, consideraba necesario, además, que las informaciones suministradas por el *Science Service* tuviesen el visto bueno de algún científico implicado en ellas.

---

[55] Slosson confiaba en que el uso de la historia de la ciencia en la popularización, permitiría entender la ciencia a los lectores como una actividad humana falible, sujeta a cambios, y no como una doctrina dogmática, de manera que las épocas de controversias teóricas y de lo que después de Kuhn llamaríamos "cambio de paradigma", no produjesen en ellos una desconfianza que les hiciese rechazar la validez de la ciencia. Por otro lado, quería transmitir que la personalidad y la forma de pensar de los científicos estaban guiadas por el método científico, que exigía trabajo duro y mucha dedicación, y hacía que su actividad fuese socialmente productiva (Tobey, 92).

[56] Aunque la popularización del siglo XIX, por diversos motivos, también había dedicado gran parte de sus exposiciones a los resultados y a las aplicaciones prácticas de la ciencia, a partir de ahora había que sumar una nueva razón a las ya existentes hasta entonces. Se trataba de la creciente complejidad de los aspectos teóricos de la ciencia, lo que dificultaba su popularización y hacía que los popularizadores se centrasen más en los aspectos prácticos y, al hacerlo, siguiesen incidiendo en la idea de progreso, esta vez referida, de forma más exclusiva, a las aplicaciones derivadas de los hallazgos de la ciencia pura. A su vez, mientras las informaciones periodísticas se centraban cada vez más en los resultados de la ciencia, las revistas con un nivel de popularización más alto, como *Popular Science Monthly* y después *Scientific Monthly,* se preocupaban por publicar textos sobre el método científico, en los que se discutía la naturaleza propia de la ciencia como algo distintivo que la diferenciaba de otro tipo de explicaciones de carácter supersticioso e irracional (Burnham, 214, 220).

Una de las consecuencias de este empeño fue la profesionalización del periodismo científico, con la creación de un estilo propio y la generación de una escuela de periodistas científicos cualificados que fueron ocupando puestos en otras entidades –agencias de prensa, periódicos, asociaciones científicas, etc.– conforme se iba incrementando el interés por la información científica y la demanda de este tipo de profesionales. Aunque esto no significa que toda la cobertura científica que aparecería en la prensa a partir de entonces fuese realizada por este tipo de periodistas especializados (Burnham, 174).[57]

Los primeros cinco años de existencia del *Science Service* constituyeron un periodo de pruebas donde se pusieron en marcha diversos proyectos con diferentes pretensiones y diferentes grados de éxito. Sirvió también de fase de aprendizaje en lo referente a la gestión y a la organización. Uno de los proyectos más destacados por el éxito que obtuvo fue el *Science News Bulletin*, un boletín publicado por primera vez el 2 de abril de 1921, que contenía informaciones científicas y que era enviado a aquellos periódicos suscritos al servicio. Durante el primer año tenía una periodicidad semanal, con una media de 5 noticias y 16 suscriptores. El 11 de septiembre de 1922 pasó a tener una periodicidad diaria y fue aumentando progresivamente el número de suscriptores. El periodo inicial de esta publicación no estuvo exento de diversas vicisitudes que afectaron de manera general a la empresa editorial –como huelgas, descenso de la publicidad, y el alto coste del papel– y que dificultaron su distribución.

Otro de los proyectos prósperos fue la creación del *Science News-Letter*, un pequeño boletín informativo de 10 páginas que comenzó a publicarse el 13 de marzo de 1922 como respuesta a las demandas de una serie de individuos, escuelas, y bibliotecas que se sentían atraídos por los artículos del *Science Service* aparecidos en la prensa. El 2 de octubre de 1926 se convirtió en una revista de ciencia popular, cambió su formato, mejoró el tipo de impresión, y amplió el número de páginas a 16, incluyendo fotografías y anuncios (Rhees, 26). Las colaboraciones no se limitaron a la prensa escrita y, a partir de

[57] En abril de 1934 se fundó la *National Association of Science Writers* con el objetivo de "fomentar la difusión de conocimiento científico riguroso mediante la prensa de la nación, en cooperación con organizaciones científicas y científicos individuales" (Dietz, 109). Sus miembros consideraban que la asociación les otorgaría reconocimiento y legitimidad como grupo independiente, tanto en círculos periodísticos como en la comunidad científica. La institucionalización del periodismo científico en Gran Bretaña –mediante la constitución de una asociación de este tipo- no tuvo lugar hasta 1947, año en el que su fundó la *Association of British Science Writers*, aunque fue en la década de 1930 cuando los primeros periodistas científicos especializados comenzaron a trabajar en los periódicos británicos, como fue el caso de J. G. Crowther y de Ritchie Calder, que colaboraban en el *Manchester Guardian* y en el *Daily Herald*, respectivamente.

1924, se comenzó a trabajar también con emisoras de radio –al principio de carácter local–, patrocinando charlas con científicos relevantes, proporcionando noticias a las emisoras, y produciendo series dramatizadas de ciencia.

A partir del segundo lustro de existencia, el *Science Service* comenzó a cosechar sus verdaderos logros, como el aumento significativo del número de periódicos que solicitaban sus informaciones. A finales de la década eran unos 100 periódicos diarios, con una circulación media de unos 7 millones de ejemplares, lo que significaba casi 1/5 de la circulación total de la prensa estadounidense. En total, en esta primera década, los periódicos multiplicaron por 20 el espacio que dedicaban a la información científica. Del mismo modo, el *Science News-Letter* había aumentado su prestigio y alcanzaba una circulación de unos 10000 ejemplares. El número de oyentes de las emisoras de radio a las que facilitaban informaciones había aumentado notablemente, con una audiencia potencial de 5 millones de oyentes. Así mismo se pusieron en marcha otras iniciativas como un servicio de información sísmica y otro de información arqueológica y antropológica. Durante este periodo, el *Science Service* fue asumiendo también la función de asesorar y alertar a los directores de los periódicos para evitar que publicaran informaciones de corte pseudocientífico (Rhees, 34).

En su primera década de funcionamiento contribuyó a fomentar dos tipos de actitudes relacionadas con la ciencia, en primer lugar, las actitudes del público hacia la ciencia y, en segundo lugar, las actitudes de la comunidad científica hacia el público y hacia la posibilidad de popularizar la ciencia de forma precisa en la prensa. Además, por añadidura, fue necesario convencer a los directores de los periódicos para que cediesen un espacio a la información científica en sus publicaciones, haciéndoles ver que los contenidos científicos rigurosos podían resultar atractivos para los lectores. Su aportación a estos cambios consistió fundamentalmente en encabezar una nueva forma de presentar la ciencia en la prensa mediante informaciones rigurosas e interesantes, algo que supuso la mejora notable del periodismo científico y el abandono de la identificación entre popularización y vulgarización, sin olvidar su contribución al reconocimiento –por parte de los periódicos y de las asociaciones de prensa– del periodismo científico como especialidad. El *Science Service* ayudó a ampliar las manifestaciones de interés que tras la Primera Guerra Mundial ya existían entre el público hacia determinadas cuestiones relacionadas con la ciencia, como sus aplicaciones a la guerra, el deseo de conocer cómo funcionaba la radio, y la teoría de la relatividad. Resulta más complicado valorar en qué medida contribuyó a promover el apoyo económico y

la simpatía pública hacia la ciencia que anhelaban los científicos después de la guerra, aunque lo cierto es que durante estos primeros diez años de actividad, se produjo un aumento de la financiación destinada a investigación científica y se multiplicó por tres el número de laboratorios de investigación industrial. Sin embargo, no hay pruebas concluyentes que vinculen dicho aumento con la popularización. Del mismo modo, también es difícil evaluar su influencia en la adquisición, por parte del público, de concepciones científicas de la realidad en detrimento de formas irracionales de pensamiento. A este respecto Slosson era bastante pesimista y manifestaba su preocupación por la proliferación de supersticiones y por el avance de los defensores del creacionismo.

En cuanto a la actitud de los científicos hacia la ciencia, el *Science Service* aprovechó su creencia –generada entre ellos tras la guerra– en la necesidad de establecer y consolidar una ciencia nacional, y presentó la popularización como un medio adecuado para obtener el apoyo del público, necesario para desarrollar una organización centralizada de la ciencia (Rhees, 55).

Finalmente, y más allá de los objetivos fundacionales de sus creadores, la tarea ejercida en el *Science Service* durante la primera década estuvo muy influenciada por los estrechos lazos que le vinculaban a la comunidad científica. Y aunque llegado el momento sus responsables decidieron optar por evitar cualquier posible función propagandística, es cierto que dicho vínculo les hacía compartir un compromiso ideológico que les convertía en portavoces de la ideología de aquellos científicos cuyos objetivos –amparados en la relación que establecían entre progreso y ciencia–, estaban dirigidos a obtener apoyo para la comunidad científica y a difundir el pensamiento científico entre el público. Orientando así la información que ofrecían en una determinada dirección, cercana al proselitismo, y dejando de lado otros posibles enfoques en los que se tuviera más en cuenta al público al que iban dirigidos –no sólo el deseo de ganarlo para su causa.[58] A juicio de Tobey, la ciencia popular planificada por Slosson en el Science Service "presentó los valores de la ciencia e ilustró el método científico de una forma que hizo posible que los legos simpatizaran con estos valores" (Tobey, 95).

[58] Slosson manifestó su preocupación por el dilema al que se enfrentaban los periodistas científicos a la hora de elegir a qué intereses debían servir, los de la audiencia o los de sus fuentes, de manera que aconsejaba a los periodistas que se distanciaran los suficiente de la información como para no verla únicamente desde la perspectiva de los científicos, sino como observadores externos a la comunidad científica, un consejo que se mostraría difícil de seguir a lo largo de los siguientes años (LaFollette 1990, 184).

2.3. LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA EN LAS PUBLICACIONES PERIÓDICAS DE CARÁCTER GENERAL DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX

Otro de los elementos a tener en cuenta dentro del panorama descrito con relación a la década de 1920 –donde asistimos al resurgimiento de la actividad popularizadora en comparación con la situación vivida en las décadas anteriores–, es el espacio significativo que ocupaba la popularización en las revistas de carácter general, en las que se presentaba la ciencia según la línea impuesta por el *Science Service*, incidiendo en la idea del progreso inherente a la misma. A pesar de que la Gran Depresión supuso una disminución del espacio dedicado por los medios a la popularización, esto no impidió que a lo largo de la década de 1930 el periodismo científico –que continuaba estando muy próximo a la ideología propugnada por la comunidad científica– siguiera reforzando su posición.

Lo cierto es que, como ya se hemos mencionado anteriormente, las publicaciones periódicas de carácter general jugaron un papel muy importante en la transmisión de información científica al público durante la primera mitad del siglo, y aunque la influencia del estilo emanado del *Science Service* fue notable en el tratamiento que hicieron de la ciencia a partir de un momento dado, esto no significa que dicho tratamiento fuese homogéneo en este tipo de revistas durante ese periodo. Por ello es necesario atender a las circunstancias concretas que configuraban su línea editorial –que en última instancia determinaba el lugar que otorgaban a la ciencia– en diferentes momentos. Marcel LaFollette, realiza un análisis de contenido de once de las revistas más significativas de este tipo, con el propósito de captar las pautas generales, así como ciertas particularidades, que caracterizaron a la imagen de la ciencia ofrecida desde estas revistas entre 1910 y 1955.[59]

---

[59] Las revistas analizadas por LaFollette son: *The American Magazine*, *The American Mercury*, *The Atlantic Monthly*, '*Collier's, The National Weekly*', *Cosmopolitan, Harper's Monthly Magazine*, *The Saturday Evening Post, Everybody's Magazine*, *The Century Illustrated Monthly Magazine*, '*The World's Work*, *A History of Our Time*', *Scribner's Magazine.* El periodo en el que se centra el análisis está comprendido entre lo años 1910 y 1955, salvo en las cuatro últimas revistas citadas ya que cesaron su publicación en 1929, 1930, 1933, y 1939, respectivamente. En este periodo la cifra de circulación conjunta de todas ellas aumentó desde 3,2 millones a casi 12 millones. Cabe distinguir dos tipos dentro de estas publicaciones, uno más orientado a todos los integrantes de la familia –procedente del periodismo sensacionalista, del que se fue apartando con el tiempo-, y otro con un tono más serio dirigido a un lector culto. Sus lectores eran fundamentalmente ciudadanos estadounidenses de clase media, de ambos sexos, con ocupaciones y orígenes geográficos y étnicos muy variados. El análisis se circunscribe al estudio de 3316 ejemplares, del total de los 8300 números publicados en dicho periodo, lo que supone un 39,9 % del total. El número de artículos relacionados con la ciencia que conforman la muestra es de 687. El criterio de selección se ceñía a textos de no ficción

Teniendo en cuenta el perfil de sus lectores, para quienes la ciencia suponía un ámbito totalmente desconocido, se tendía a relacionar los contenidos científicos presentados con sus conocimientos o con su experiencia directa, así como con sus creencias previas sobre la ciencia. Por lo tanto, dichos contenidos antes de llegar al público en su formato definitivo eran sometidos a un proceso de selección y de transformación. En primer lugar, la selección de aquellos artículos que los directores consideraban más adecuados en función de su política editorial y de su valoración de la ciencia, y en segundo lugar, la modificación sobre el contenido original introducida por los periodistas al ejercer de transmisores de información que, en muchas ocasiones, antes de generalizarse progresivamente la profesionalización del periodismo científico resultaba ser tan desconocida para ellos como para sus lectores.

La atención que dedicaron a la ciencia varió a lo largo de este periodo, con una media de un 4% de artículos relacionados con ella respecto al total de artículos de no ficción. En la década de 1920 se produjo un aumento de la cobertura respecto a la década anterior, y posteriormente, en la década de 1930, se redujo el número de artículos publicados, incrementándose de nuevo tras la Segunda Guerra Mundial (LaFollette 1990, 38).

El porcentaje de colaboración de los científicos también influyó en la imagen que se transmitía de la ciencia. En la década de 1910 la media de artículos escritos por científicos alcanzaba el 40%, y en la de 1920 era del 60%, un porcentaje que disminuyó en la década siguiente hasta un 20%, y que comenzó a aumentar de nuevo a partir de la década de 1940.[60] Se trata de cifras que siguen una tendencia paralela a la atención prestada a la ciencia por lo medios en los mismos periodos, lo que indica, a juicio de LaFollette, una correlación directa entre la participación e implicación de los científicos en estos medios y en los procesos de popularización, y el interés prestado a la ciencia por estos últimos, reflejado en el espacio que dedicaban a su cobertura.

---

cuyo contenido incluyese: biografías o entrevistas con científicos; artículos que trataran de alguna manera de la ciencia en general o de un desarrollo o un campo científico en particular; y artículos escritos por científicos, cuyas credenciales se ponían de manifiesto y eran relevantes para el tema tratado. En los textos de la muestra, la ciencia o los científicos eran el tema principal, pero los contenidos hacían referencia a distintos aspectos: la ciencia como institución social; la investigación científica y el equipamiento; el conocimiento o la información reunida mediante la investigación científica; y la ciencia como una forma de pensamiento aplicado a la vida (LaFollette 1990, 24).

[60] A este respecto, de las revistas incluidas en el estudio destaca de forma especial el *Harper's Monthly Magazine*, puesto que entre 1910 y 1925 los científicos escribieron entre un 66% y un 100% de los artículos sobre ciencia que publicó, siendo la media entre 1910 y 1955 de un 50%, en contraste con una publicación como *The Saturday Evening Post* cuya media era de un 8% (LaFollette 1990, 36).

El número de artículos sobre ciencia publicados por periodistas –especializados o no en ciencia– aumentó con el tiempo de forma regular, desde menos de la mitad del total en la década de 1920 a casi un 75% en la de 1940. A su vez, la variación en la proporción de artículos escritos por periodistas especializados en ciencia fue más brusca, aumentando de forma constante a partir de la década de 1920 desde alrededor del 10% hasta alcanzar, e incluso superar, el 50% durante algunos años de la década de 1940. A lo largo de la Segunda Guerra Mundial disminuyó la publicación de artículos de ciencia, acentuándose a su vez la disminución del número de artículos escritos por científicos –como consecuencia del secretismo impuesto a aquellos que trabajaban en proyectos relacionados con la guerra–, mientras que el de periodistas científicos aumentó (LaFollette 1990, 45).

Por lo que respecta a la imagen que se daba de los científicos, más allá de la ofrecida durante los primeros lustros del siglo –descritos como personajes excéntricos ensimismados en su trabajo y aislados de las preocupaciones materiales propias del resto de los mortales–, se les atribuía cualidades que además de diferenciarlos de la gente común, ayudaron a forjar unas actitudes públicas hacia la ciencia de respeto, admiración, e incluso temor. Se destacaba su superioridad no sólo con relación a la capacidad intelectual sino también respecto a la dedicación y el sacrificio en su trabajo –movidos por el altruismo y por la curiosidad intelectual–, se transmitía confianza en sus capacidades así como la esperanza de que el resultado de las mismas sería beneficioso para la sociedad al solucionar sus problemas. Una imagen tal era sin duda positiva para la ciencia, a los científicos les interesaba fomentarla y al mismo tiempo resultaba atractiva para los periodistas como material periodístico (LaFollette 1990, 76).

En ocasiones, el gran prestigio del que gozaba la ciencia en estas revistas podía desencadenar una credulidad acrítica, dando lugar a abusos relacionados con la autoridad atribuida a los científicos, puesto que se producía un trasvase de esta autoridad a temas en los que los científicos no eran especialistas –a pesar de lo cual se les otorgaba un gran crédito–, lo que fortalecía su prestigio social.[61]

---

[61] Con relación a esta cuestión, en 1937 José Ortega y Gasset escribió en el diario La Nación las siguientes palabras, refiriéndose a Albert Einstein –a quien, por otra parte, atribuía el máximo mérito como científico: "Pocos hombres han tenido tanto derecho como él a creer en sí mismos, puesto que venían a adularle hasta las constelaciones. …Para comprender tenemos que estar muy alerta, es decir, muy prevenidos de que no vamos a comprender. Ahora bien: esto es muy difícil cuando todo el Zodíaco ha venido a darnos de golpe la razón y paseamos por el planeta, llevando como dijes, colgados de la cadenilla del reloj, al propio Sagitario y al León, la Balanza y la Virgen. Por eso Einstein se cree con cierto derecho a no decir más que bobadas cuando habla de asuntos ajenos a la física" (Ortega y Gasset 1937, 432).

Del estudio de LaFollette se desprende que durante las primeras décadas el trabajo que desarrollaban los científicos era descrito de una forma bastante imprecisa y superficial, con exageraciones y simplificaciones excesivas, independientemente de que los autores fueran periodistas o los propios científicos. A pesar de que trataban de poner de manifiesto las peculiaridades que caracterizaban al trabajo de los científicos y al proceso de investigación científica, no ofrecían explicaciones precisas que aclarasen en qué consistían, algunos hablaban de objetividad y neutralidad, otros de los equipamientos de los laboratorios y de técnicas concretas o de aspectos más teóricos y, cuando carecían de los conocimientos necesarios, se limitaban a anécdotas personales. La nebulosa y la confusión –provocadas por la imprecisión, el exceso de simplificación, la ausencia de explicaciones exhaustivas, así como por la dificultad propia de la ciencia– que caracterizaban a las descripciones del método científico, pudieron provocar un efecto contrario al pretendido por sus autores, y en lugar de hacer accesible la ciencia, desmitificándola y facilitando una imagen más nítida de ella, pudo ser que acentuaran y alentaran la convicción del público sobre su ininteligibilidad y su carácter esotérico (LaFollette 1990, 116).

Estas circunstancias difundían entre los profanos la creencia de que todo lo relacionado con la empresa científica tenía un alto grado de complejidad difícil de entender por quienes no eran científicos, lo que hacía más aconsejable el autogobierno de la ciencia por parte de sus miembros que un control gubernamental estricto. Las descripciones apelaban a la confianza del público, reiteraban los éxitos de las investigaciones y enfatizaban la fiabilidad y precisión del método científico, así como las promesas sobre los éxitos de la ciencia, que se centraban fundamentalmente en los beneficios del progreso científico para el interés nacional, y en su utilidad para la sociedad –sin hacer distinciones entre ciencia y tecnología y, por lo tanto, entre los riesgos atribuibles a una y otra. De esta manera, al dirigir su atención hacia los resultados prácticos, como un medio de aumentar el bienestar económico e industrial, se ampliaba el horizonte de expectativas públicas en la utilidad potencial de la ciencia, y se mostraba una imagen muy positiva que reforzaba entre el público la autoridad cultural del conocimiento científico y de la ciencia en general.[62]

---

[62] Robert K. Merton, subraya la función social –positiva para la ciencia-, que cumplía esta estrategia de recurrir a los resultados prácticos derivados de la investigación: "Las comodidades cada vez mayores provenientes de la tecnología y, en última instancia, de la ciencia llaman al apoyo social de la investigación científica. También son una prueba fehaciente de la integridad del científico, puesto que las abstractas y difíciles teorías que no pueden ser entendidas o evaluadas por los legos son presumiblemente 'probadas' de una manera que puede se entendida por todos, esto es, mediante sus aplicaciones tecnológicas. La buena disposición para aceptar la autoridad de la ciencia descansa, en una considerable medida, sobre su demostración de

Por otro lado, se minimizaban los posibles riesgos procedentes de la investigación, algo que unido a la percepción –propia de aquellos tiempos– de la ciencia más como una empresa privada que pública, contribuyó a la ausencia de un debate que adquiría importancia años más tarde, a saber, la confrontación entre el derecho de la sociedad a controlar la investigación científica y el derecho de los científicos a marcar las pautas de sus investigaciones.

Los autores de artículos, periodistas y científicos, consideraban que la imposición externa de cualquier limitación a la investigación perjudicaría a la ciencia y disminuiría el progreso científico, de manera que supeditaban el cumplimiento de las promesas y de las expectativas de la ciencia a la libertad de movimientos de los científicos. En la década de 1920 surgieron algunas voces críticas de esta posición que defendían la imposición de ciertos controles con el fin de prevenir daños tanto para los individuos como para la sociedad. No obstante, aunque eran pocos los que defendían una total exención de controles, la mayoría entendía que estos debían ser el resultado del consejo de los científicos y contar con su consentimiento, para evitar las consecuencias negativas de la imposición de restricciones inapropiadas.

La imagen que se daba de los científicos, el tratamiento que se hacía del método científico, y la percepción de cualquier restricción o control político externo a la investigación científica como perjudicial para el desarrollo de la ciencia, fueron tres elementos que convergieron de forma habitual en estas publicaciones durante buena parte de la primera mitad de siglo, propiciando una situación de privilegio para los científicos respecto a la política gubernamental, puesto que favorecían el autogobierno y la autonomía de la ciencia (LaFollette 1990, 130).

Las críticas a la ciencia no eran muy numerosas. Durante la totalidad del periodo estudiado por LaFollete, la media de artículos críticos con la ciencia fue de un 5% respecto al total de artículos relacionados con ella. Entre los años 1920 y 1935 la media de artículos críticos experimentó un aumento y llegó al punto máximo del 12% en 1935 –un momento en el que se advierte una menor relevancia en los textos relacionados con la prosperidad proveniente de la ciencia, coincidiendo con el auge de la crisis de la Gran Depresión. Posteriormente se inició una etapa en la que se invirtió esta tendencia hasta llegar al

---

poder diaria. De no ser por tales demostraciones indirectas, el continuado apoyo social de esa ciencia que es intelectualmente incomprensible para el público, apenas estaría alentada en la fe" (Merton, 329).

punto mínimo en 1940, con una ausencia casi total del artículos críticos –quizá debido a las promesas de la utilidad de los desarrollos científicos en tiempo de guerra–, tras la cual se produjo de nuevo un ascenso moderado hasta alcanzar un 4% en 1950. Las críticas hacían referencia fundamentalmente a tres temas. El primero, relacionado con el lenguaje oscuro que usaban los científicos a la hora de dirigirse al público en general –a juicio de los críticos de manera premeditada, con el fin de eludir las posibles críticas que se podían derivar de su trabajo–, lo que conducía al público a tener que depositar en ellos una confianza rayana con la fe, ya que alimentaba su creencia en la imposibilidad de comprender las teorías científicas. En segundo lugar, se recriminaba a los científicos la elusión de la responsabilidad social que se podía desprender de su trabajo cuando se centraban en aspectos concretos de su especialidad y dejaban de lado otros temas vinculados con las consecuencias del uso pernicioso del conocimiento científico. La tercera crítica culpaba a los científicos de ocultar tras la idea de progreso que preconizaban un proceso de desintegración cultural que contribuía a derrocar y socavar determinados sistemas de valores y creencias tradicionales, al sustituir sabiduría por datos que no ofrecían interpretaciones absolutas de la realidad, ni despejaban por completo las nuevas incertidumbres generadas por la ciencia.[63] Como respuesta a determinadas posiciones críticas, los defensores de la ciencia acusaban a los responsables de las mismas de anhelar la vuelta al oscurantismo de épocas pasadas.

Frente a la concepción de la ciencia como esencialmente beneficiosa los críticos dirigían su atención más allá de los logros científicos y alertaban de los posibles efectos negativos para el hombre y para la sociedad de los desarrollos científicos, lo que no significa que todos ellos negasen el potencial positivo de la ciencia (LaFollette 1990, 142).

En líneas generales, la imagen global de la ciencia transmitida en estas revistas hasta la década de 1940 estuvo muy influida por los propios investigadores, dado que los medios de comunicación depositaban en ellos una total confianza como fuentes de información, lo que les permitía establecer "el

[63] Estas críticas guardan relación con la serie de causas que Merton identificó en 1938 como las responsables de la hostilidad –latente y activa- hacia la ciencia que existía en la sociedad. Una hostilidad, por entonces, difícil de cuantificar y frente a la cual los científicos trataban de defender la autonomía de la ciencia por diferentes medios: "El conflicto surge cuando los efectos sociales de la aplicación del conocimiento científico se consideran indeseables, cuando el escepticismo del científico es dirigido hacia los valores fundamentales de otras instituciones, cuando la expansión de la autoridad política, religiosa o económica limita la autonomía del científico, cuando el antiintelectualismo pone en duda el valor y la integridad de la ciencia, y cuando se introducen criterios no científicos para la idoneidad de la investigación científica" (Merton, 337).

tono tanto de la aceptación como de la discusión pública". Fue una imagen que permaneció bastante estable desde la década de 1910 a la de 1950, y que marcó profundamente las actitudes públicas hacia la ciencia. Se caracterizó por la convergencia de una serie de subtemas comunes y reiterados que provocaban una actitud de expectación ante la convicción de que la investigación científica mejoraría el mundo al producir grandes beneficios. Se presentaba a la ciencia y a los científicos envueltos en una atmósfera de autoridad, prestigio, utilidad, y complejidad que conducía a la sociedad a depositar en ella una confianza mucho mayor que en cualquier otra institución. De esta manera se desviaba la atención de temas relacionados con el funcionamiento interno de la ciencia y con los procesos de toma de decisión –con una ausencia generalizada de sospechas y de una actitud escéptica o crítica ante ella, principalmente durante las primeras décadas–, se aceptaban sin dudar las promesas de los científicos, y se favorecía la idea de que fuesen ellos mismos los que controlasen las actividades de investigación (LaFollette 1990, 142, 183).

El periodista científico David Dietz –primer presidente de la *National Association of Science Writers*– se refirió a esta estrecha relación entre periodistas y científicos, así como a la confianza de los científicos en las actividades de investigación, cuando en 1936 fue invitado a dar una conferencia en una sesión general de la *American Association for the Advancement of Science.* Dietz destacó la amplia cobertura que en aquel tiempo dedicaban los periódicos a las reuniones organizadas por la asociación, superando las mil columnas diarias en la prensa de todo el país, y resaltó la gran influencia que esto tenía para el progreso de la ciencia, y para el futuro de la nación. Además era un reflejo de las buenas relaciones que existían entre la comunidad científica y la prensa, lo que suponía un cambió notable respecto a la actitud mantenida por ambas partes en décadas anteriores. Por entonces, los periodistas eran conscientes de que su reputación dependía de la fiabilidad, precisión, e inteligibilidad de sus informaciones.[64] A su vez, la

[64] A pesar de que Dietz se refiere a la información científica que aparecía en los periódicos y no a las revistas de carácter general como hace LaFollette, llama la atención la diferente evaluación que hacen ambos de la precisión y de la inteligibilidad de la cobertura científica que se llevaba a cabo. Es posible que esta divergencia sea debida, en cierta medida, a una diferencia real en el tratamiento que hacían de la ciencia periódicos y revistas, y a la variedad de perfiles de los encargados de redactar las informaciones en unos y otras, pero nos parece también muy verosímil la posibilidad de que la discrepancia entre ambas posiciones se deba a que la valoración de Dietz, que versa sobre intenciones, es la de alguien dedicado al periodismo científico en esa época, careciendo su percepción de la distancia histórica que posee la de LaFollette que, a su vez, no se centra tanto en las intenciones como en los resultados.
Lo cierto es que la institucionalización del periodismo científico no implicó necesariamente el cumplimiento generalizado de estos

mayor parte de la comunidad científica era consciente de los beneficios para la financiación de su actividad investigadora que podían derivarse de la colaboración con la prensa, todo ello a pesar de que algunos de sus miembros lamentaban los errores de precisión y comprensión que, en ocasiones, cometían los periodistas en la elaboración de las informaciones. Por otro lado, afirmó que el trabajo de un científico no debía acabar en la investigación que realiza en su laboratorio, ni en una publicación especializada dirigida a sus colegas, sino que era necesario que tuviera voluntad de colaborar con la prensa, puesto que el bienestar de la sociedad requería que el público fuera consciente del progreso científico. La cooperación no sólo era beneficiosa para ambos gremios sino que, sobre todo, lo era para la nación. Se refirió a las dudas que surgieron entre algunos individuos que criticaban las consecuencias negativas de la ciencia, y a la reducción del 50% sufrida por la financiación destinada a investigación científica a nivel nacional en tiempos de la Gran Depresión. En vista de lo anterior, consideraba necesario poner en marcha medidas encaminadas a obtener una financiación gubernamental adecuada, como la que destinaban algunos países europeos como Inglaterra, e incluso Italia, Alemania, y Rusia. Dicho apoyo gubernamental, en una democracia, requería del convencimiento y del apoyo del público, y algo así exigía a su vez la colaboración de científicos y periodistas para difundir y explicar el espíritu de la ciencia como una esperanza para la humanidad (Dietz, 111). Un mensaje similar, de confianza y esperanza en la ciencia, fue transmitido por el vicepresidente de los Estados Unidos Henry A. Wallace, cuando en 1941, con motivo del 20 aniversario del *Science Service* y de la inauguración de su nueva sede, se refirió a la labor realizada por esta institución con las siguientes palabras:

> "El *Science Service* está animado por el ideal de servir a la gente y no aprovecharse de ella. Los científicos que se expresan mediante el *Science Service* conocen la importancia de que la ciencia del futuro sea el agente de la paz y de la abundancia, en lugar de la guerra y la explotación. A lo largo de los próximos dos años tenemos un enorme trabajo que hacer para derrotar a aquellos que usan la ciencia para la propaganda y la destrucción. En ese trabajo, nuestros científicos jugarán un

---

requisitos –fiabilidad, precisión, inteligibilidad- en el tratamiento de la información científica en los medios de comunicación, ni tampoco que estos nuevos profesionales, por el hecho de serlo, mejorasen de manera importante la calidad de la popularización realizada por los propios investigadores, o fuesen más hábiles que ellos a la hora de comunicarse con el público. A pesar de lo cual, es significativo que, en líneas generales, la relación entre periodistas y científicos, y su colaboración mutua, fueran buenas al menos hasta la década de 1970 (Burnham 195, 210).

papel sumamente decisivo. Cuando ese trabajo esté hecho, la ciencia, dirigida adecuadamente, abrirá un nuevo día, un día de abundancia y paz para todo el mundo" (Davis 1942, 291).

2.4. LA EVOLUCIÓN DE LOS MUSEOS CIENTÍFICOS EN LAS PRIMERAS DÉCADAS DEL SIGLO XX

Al igual que sucedió en los medios de comunicación, la presentación de la ciencia en los museos científicos experimentó cambios notables respecto al siglo anterior. A partir de la segunda mitad del siglo XIX los museos científicos –cuyo origen se sitúa en las grandes bibliotecas privadas y en los gabinetes de curiosidades del renacimiento, propiedad de príncipes, eruditos, y amateurs acaudalados– adquirieron una entidad plena. Además de su función de preservación y de servir como centros de investigación para eruditos y científicos, hasta entonces solían tener un carácter expositivo y, en ocasiones, pedagógico, ya fueran gabinetes de curiosidades o museos coleccionistas con exposiciones de objetos, artefactos históricos y especímenes de historia natural. Desarrollaban su faceta didáctica mediante demostraciones que pretendían enseñar y entretener, aunque no fueran accesibles a todos los públicos. En una etapa posterior, relacionada con la Revolución Industrial, los museos de ciencia ampliaron sus pretensiones y adoptaron un carácter más tecnológico, cumpliendo no sólo la función de mostrar los logros alcanzados por el progreso técnico, sino también la de difundir y transmitir, de forma más abierta, conocimiento acerca de cuestiones científicas y técnicas, dirigido, incluso, a capacitar a los trabajadores para la actividad industrial (Sabbattini, 137; Bedini, 28).[65] Es una etapa que coincide con la construcción del Palacio de Cristal que albergaría la Gran Exposición de los Trabajos de la Industria de todas las Naciones celebrada en Londres en 1851, cuyo superávit, económico y material, permitió fundar tres museos: el *Victorian and Albert Museum* (1852), el *Science Museum of South Kensington* (1857), y el *Natural History Museum* (1881). Las Grandes Exposiciones, que ejercieron una influencia notable en el nuevo rumbo adoptado por los museos de ciencia, eran monumentos de celebración del progreso científico y técnico, grandes espectáculos que acercaban la ciencia y la técnica a las masas, buscando no tanto la

[65] Mientras que los museos de ciencia modificaron el formato heredado de las colecciones del pasado, y no se limitaron a la exposición de 'curiosidades artificiales', los museos de historia natural lo han mantenido hasta el presente.

comprensión por parte del público como su admiración ante los frutos de la tecnología del momento. A pesar de los cambios introducidos en la nueva concepción de los museos de ciencia, ésta seguía siendo deudora de un modelo fundamentalmente expositivo, en el que no se otorgaba demasiada importancia a la contextualización de los objetos expuestos ni a la demostración de su función de forma dinámica (Finn, 76; Bud 1997, 47).

Durante las primeras décadas del siglo XX se crearon nuevos museos en los que se ofrecía una mayor contextualización histórica de los objetos expuestos, a la vez que se hacían demostraciones dinámicas de sus funciones. El *Deutsches Museum* de Munich, fundado en 1903, fue el museo pionero en este sentido, constituyendo un modelo que sería imitado por otros muchos a lo largo del siglo. Fue concebido con la idea de distanciarse en la medida de lo posible de la conservación en vitrinas de artefactos relacionados con la ciencia y la tecnología, y con la pretensión de enseñar las nociones elementales de la ciencia y la tecnología de tal forma que el visitante fuese algo más que un mero espectador y pudiera interactuar y poner en marcha los diferentes artefactos expuestos. Su fundador, Oskar von Miller, fue un auténtico reformador de la museística científica y tenía como propósito instruir al público acerca de "… los diversos efectos de las aplicaciones de la ciencia y de la tecnología al problema de la existencia humana, para estimular el progreso humano, y para mantener vivo entre la gente un respeto por los grandes investigadores e inventores y por sus logros tanto en la ciencia natural como en la tecnología". En 1925 el museo cambió de sede y fue ampliado, albergando una exposición de unos 60000 objetos que era visitada por cerca de un millón de visitantes al año (Finn, 76; Kaempffert 1934, 490).

En su afán por mostrar los efectos beneficiosos de los nuevos desarrollos científicos y tecnológicos para el progreso de la sociedad, los museos mantuvieron y reforzaron su papel de templos donde rendir respeto a los dioses de la nueva época, la ciencia y las máquinas (Bud 1995, 2).

Pero no en todos los nuevos museos científicos se otorgaba la misma importancia a los aspectos históricos –ya fuese por medio de exposiciones sobre el progreso de la ciencia y la tecnología, en las que se hacía un recorrido histórico y se enfatizaban los momentos más relevantes, o exhibiendo artefactos históricos debidamente contextualizados. Y aunque en museos como el ya mencionado *Deutsches Museum* o el *Science Museum* de Londres, la historia siguió ocupando un papel decisivo, se crearon

otros en los que se buscaba dirigir la atención del público hacia los principios de la ciencia y la tecnología mediante exhibiciones que aunaban un carácter educativo con una estética atractiva, pero que dejaban de lado los aspectos históricos. Ahora, a diferencia de lo sucedido en el siglo anterior –en el que la magnitud de las exposiciones era determinante para tratar de impresionar al espectador–, la puesta en escena de una idea venía determinada por su importancia concreta, en virtud de los principios que se querían transmitir, y por técnicas de presentación que pudiesen resultar competitivas con espectáculos como el teatro, el cine, o los deportes, con el fin de atraer la atención del ciudadano medio (Finn, 78; Bud 1997, 48; Shaw, 444).

A pesar de que en 1940 el editor de ciencia de *The New York Times*, Waldemar Kaempffert, afirmó que no había ningún museo en el mundo que interpretase sus exposiciones no sólo desde un punto de vista técnico sino también social, lo cierto es que los responsables del *Museum of Science and Industry* de Nueva York, fundado en 1930, se habían propuesto transmitir al público que tras las aplicaciones de la ciencia existe algo más que el resultado material final. Consideraban relevante para la sociedad la comprensión pública tanto del poder como de las limitaciones reales de las aplicaciones de la tecnología, y entendían que de esta forma se podía evitar el desconcierto generado en la sociedad derivado de la difusión, la implantación, y la repercusión –sin precedentes en la vida diaria–, de los avances obtenidos de la investigación básica y aplicada. Sus aspiraciones sobrepasaban los límites del mero entretenimiento, pero al mismo tiempo asumían sus limitaciones en cuanto centro educativo, siendo así que no aspiraban a convertirse en sustitutos de los centros educativos formales. La idea era transmitir al público, en la medida de las posibilidades de un museo, y en conjunción con otro tipo de iniciativas, conocimientos sobre fundamentos y aplicaciones de la ciencia, que le permitiesen formarse una opinión fundada, y tener cierto control, sobre asuntos de carácter político en los que intervenían de alguna manera la ciencia y sus aplicaciones. La estrategia diseñada para lograr este propósito giraba en torno a tres ejes: en primer lugar, mostrar los principios fundamentales en los que se basa una aplicación científica a lo largo de sus diferentes fases de desarrollo; en segundo lugar, poner de manifiesto que incluso el resultado final de ese desarrollo no es sino otra fase susceptible de una evolución ulterior; y por último, hacer ver al profano que cada área de la ciencia está dedicada a la representación o descripción de una naturaleza común (Jewett, 151; Kaempffert 1940, 258).

El factor educativo que inspiraba este tipo de museos exigía contextualizar para el público las invenciones científicas y tecnológicas en cuestión, en su proceso de creación y desarrollo, y en la vida cotidiana del individuo. Pero para poder llevar a cabo esta tarea y resultar atractivos para el público, además de satisfacer sus demandas, responder sus preguntas, y mantener su interés, los responsables de los museos debían incorporar constantemente nuevas técnicas de presentación que fuesen acordes con el espíritu de los tiempos, teniendo en cuenta el progresivo aumento de la accesibilidad a la información, en un tiempo cada vez menor, facilitada por otros canales como la prensa y los medios de comunicación en general, entre los que se incluyen la radio y la televisión (Shaw, 449).

2.5. LAS PRIMERAS DÉCADAS DE LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA EN LA RADIO Y LA TELEVISIÓN

Durante la década de 1920, comenzó a popularizarse la radio como medio de comunicación masivo en Estados Unidos. Desde un principio se advirtió que los contenidos educativos proporcionaban menos ingresos publicitarios que los de entretenimiento, así que prevalecieron los criterios comerciales, y los horarios de máxima audiencia pronto estuvieron copados por programas de entretenimiento dirigidos a un público constituido por grandes audiencias. En estos primeros tiempos de la radio, la ciencia no ocupó un papel destacado en la programación y, por lo general, no se incluía en los programas emitidos en horarios de máxima audiencia. Su tratamiento se limitaba a los espacios considerados de servicio público que ofrecían contenidos de carácter educativo, y que solían ser suministrados de forma gratuita por organizaciones científicas o educativas sin ánimo de lucro. Las emisoras facilitaban el tiempo de emisión y estas organizaciones se encargaban de la producción y de la presentación. Los primeros programas solían adoptar un estilo formal, con charlas de expertos, a modo de conferencia, que no se adaptaban bien a las exigencias comunicativas de este nuevo medio para llegar a un público numeroso, por lo que sus responsables tuvieron que ir combinando aspectos educativos y de entretenimiento para captar el interés de los oyentes y satisfacer los intereses comerciales (Davis 1937, 258; LaFollette 2002a, 10).

A lo largo del periodo comprendido entre 1920 y 1950, los programas relacionados con la salud – patrocinados habitualmente por organizaciones médicas, entre las que destacó especialmente la

American Medical Association– estuvieron muy presentes en la programación, y no sólo trataban de educar a los oyentes con informaciones de calidad, sino que al mismo tiempo estaban pensados para combatir informaciones y anuncios fraudulentos de curanderos y charlatanes que trataban de aprovecharse de su ignorancia. Las charlas de los expertos se emitían junto a dramatizaciones y diálogos con el fin de entretener y mantener el interés del público, aunque algunas asociaciones, influidas por el afán comercial de los responsables de las emisoras, optaron por formatos orientados más decididamente hacia el entretenimiento y por ocupar horarios más competitivos.

Siguiendo esta misma línea de educación y entretenimiento, otro tipo de organizaciones que no pertenecían estrictamente al ámbito médico –como el *Science Service*, la *Smithsonian Institution*, y la AAAS–, también aportaron su contribución a programas que tuvieron un éxito notable. No obstante, los representantes de estas organizaciones se mantenían cautelosos y enfocaban más su atención hacia el control de los contenidos que hacia las estrategias formales para incrementar el número de oyentes (LaFollette 2002a, 14).

En esta escalada hacia mayores cotas de audiencia, se pusieron en marcha distintos formatos en los que se trataba de salvar las dificultades que surgían al combinar informaciones rigurosas sobre diferentes aspectos de la ciencia, con presentaciones atractivas, que además de resultar entretenidas e interesantes, fuesen también inteligibles para un público masivo. Los programas con un mayor éxito de audiencia eran aquellos que contaban con más contenidos dramáticos o espectaculares, y para poder aspirar a horarios de máxima audiencia se hacía necesario realizar programas más elaborados, lo que suponía un aumento de la inversión en los costes de producción que, en muchas ocasiones, ni las asociaciones ni las emisoras estaban dispuestas a sufragar. De este modo, a partir de la década de 1940, cuando los programas de ciencia con contenidos educativos e informativos –aunque ofreciesen entretenimiento– no obtenían la financiación necesaria, eran emitidos fuera de las franjas de máxima audiencia (LaFollette 2002a, 29).

Al producirse la difusión generalizada de la televisión a mediados de siglo, los responsables de las emisoras de radio consideraron que los contenidos científicos no eran el material más adecuado para poder competir con el nuevo medio en la batalla por la audiencia, así que optaron por potenciar otros

contenidos.[66] La capacidad de mostrar imágenes ampliaba enormemente el espectro de posibilidades del tratamiento mediático de la ciencia, y facilitaba la tarea de atraer la atención y el interés del público. A diferencia de lo sucedido en la radio, donde los científicos tenían la libertad de presentar la ciencia tal y como ellos decidían –sin demasiados condicionamientos formales por parte de los medios, al menos en horarios poco competitivos–, en la televisión desde un principio estuvieron constreñidos por las condiciones de carácter comercial impuestas por las cadenas, que no se atribuían una función educadora, un hecho que determinaría el modo de presentar la ciencia hasta mediados de la década de 1970, cuando el Gobierno comenzó a financiar proyectos para la televisión pública.

Aunque anteriormente se habían realizado algunas emisiones puntuales con temática científica, no sería hasta 1947 cuando se emitió el primer programa regular sobre ciencia en Estados Unidos –*Serving through Science*. Con una duración de media hora semanal, su formato era heredero de los debates radiofónicos, con un moderador que entrevistaba a los científicos invitados, cedía el turno de palabra en los debates, y daba paso a imágenes grabadas de corta duración. Una fórmula que el público encontraba aburrida, aunque reconociese el valor los contenidos (LaFollette 2002b, 36).[67] A partir de entonces, coincidiendo con un periodo de fuerte crecimiento de la televisión, se pusieron en marcha otras iniciativas que fueron implementando las nuevas posibilidades técnicas del medio, lo que contribuyó a aumentar el realismo de la información y el entretenimiento del espectador. Se realizaban emisiones desde distintos lugares: museos, zoológicos, planetarios, y laboratorios, en los que se hacían demostraciones ensayadas previamente con gran minuciosidad de forma que no había margen para la improvisación. Los programas podían tratar áreas o temas científicos concretos –a veces de carácter histórico–, o temas variados, en éste caso con la aspiración de ofrecer una imagen general de la ciencia. La audiencia infantil también se incluía en los planes de los programadores, y en 1951 se emitió por primera vez *Watch Mr. Wizard*, un programa con gran repercusión pública y grandes audiencias ante las que un científico llevaba a cabo

[66] En Estados Unidos, la emisión de programas de televisión de forma regular no tuvo lugar hasta 1939, si bien anteriormente se habían realizado emisiones esporádicas de algunos programas. Sin embargo, no fue hasta la segunda mitad de la década de 1940 cuando se produjo una gran expansión de los canales y de los aparatos de televisión por toda la geografía del país, permitiendo a este medio competir con la radio.

[67] En Gran Bretaña, la BBC emitió su primer programa de ciencia en 1948 –*Inventor's Club*. Estaba basado en un conjunto de expertos pertenecientes al mundo de la ciencia y la industria que examinaban artefactos presentados por miembros del público (Gregory y Miller, 41).

diferentes experimentos, explicaba algunos de los principios científicos que estaban implicados, y animaba a sus espectadores a reproducir los experimentos.

Los programas que abordaban la ciencia de forma más general podían proporcionar desde descripciones sobre nuevos inventos, hasta explicaciones relacionadas con proyectos de investigación puestos en marcha en las universidades.

En cuanto a las series temáticas, destacaban aquellas dedicadas a la naturaleza y a la medicina. En el caso de las primeras –al menos hasta la década de 1960, cuando se emitieron las series de la *National Geographic Society* y de *Jacques Cousteu–,* los programas no primaban tanto la presentación de contenidos científicos ni las contribuciones de la investigación científica al estudio de la naturaleza, como la narración de historias que pretendían establecer conexiones emocionales con el espectador para atraer su atención mediante recreaciones antropomórficas de las relaciones entre distintas especies animales en su hábitat natural.

Las series de temática médica solían adoptar dos enfoques diferentes: uno informativo, que incluía temas relacionados con la salud pública, y con descubrimientos de la investigación, nuevos equipamientos, imágenes de operaciones, etc.; y otro en el que se utilizaba la medicina como excusa narrativa en series de ficción en las que se ensalzaba la figura del médico. Con frecuencia el primero de estos enfoques era el resultado de la colaboración entre emisoras de carácter local y sociedades médicas, con el propósito de ofrecer un servicio público. A su vez, las series de ficción contaban en ocasiones con la colaboración de asesores médicos para la supervisión de los guiones en los que se intercalaban hechos reales en los argumentos, aunque su objetivo básico era el entretenimiento (LaFollette 2002b, 45).

A partir de 1954, *Disney* produjo distintas series de dibujos animados con la intención de combinar información, humor, pedagogía y entretenimiento. Este modelo sería seguido y ampliado por una serie de nueve programas especiales emitidos entre 1956 y 1962, producidos por la *American Telephone and Telegraph* y la *Bell Telephone System*. Fue una serie que supuso un hito en la historia de la popularización de la ciencia en la televisión, puesto que demostró que se podía conciliar la presentación pedagógica de la ciencia de forma entretenida con unos niveles de audiencia elevados. Contó con el asesoramiento de científicos, y sus responsables tenían entre sus objetivos la mejora de la comprensión pública de la ciencia mediante la explicación precisa de conceptos científicos y técnicos. Siguió la pauta

de otros medios como las revistas de carácter general, al presentar a los científicos como profesionales abnegados, entregados a la noble labor de la búsqueda del conocimiento, dignos de gran confianza, y defensores de valores compartidos por el público en general. Además, la serie manifestaba la importancia de la ciencia básica y sus conexiones con las aplicaciones prácticas. A juicio de LaFollette, un análisis retrospectivo de la misma debería ir más allá de la mera valoración de la precisión de los contenidos, y poner de manifiesto cómo influían los contextos políticos y sociales en el resultado final de este tipo de popularización, al trascender el contenido puramente científico (LaFollette 2002b, 57).

A pesar de los éxitos que lograron algunos de estos programas, las cadenas comerciales no apostaron por producir y programar contenidos científicos en horario de máxima audiencia, puesto que seguían considerando que los espacios dedicados a la educación pública no eran los más adecuados para atraer a grandes audiencias, a no ser que la financiación corriese a cargo de patrocinadores externos. Por ello los programas de ciencia más serios encontraron una mayor acogida en la televisión pública o en determinados canales de televisión por cable.

Durante las primeras dos décadas de existencia de este medio, no toda la comunidad científica confiaba en la seriedad de la televisión comercial para comunicar la ciencia. Algunos de sus miembros temían la posible desvirtuación de ciertos principios esenciales a la ciencia, dado que veían al nuevo medio como excesivamente frívolo. Temían también la posible confusión que podía generar en el espectador un medio en el que se difuminaba habitualmente la frontera ente hechos reales y la ficción debido a que su principal interés era la captación de audiencias a través del entretenimiento. En 1955, el periodista científico británico Ritchie Calder se refirió a este hecho y lo vinculó a la tendencia tradicional de los científicos a mostrarse reticentes a colaborar con medios que implicasen una simplificación excesiva de los contenidos científicos, como parecían exigir los mecanismos de la radio y la televisión. Como ya hemos visto anteriormente, la reticencia a la colaborar con determinados medios venía siendo habitual desde décadas atrás entre una parte de la comunidad científica. Aunque esto no significa, ni mucho menos, como se ha puesto de manifiesto, que todos sus miembros la compartiesen, sino que más bien identifica una corriente interna dentro de dicha comunidad que, por otra parte, parece haber ido perdiendo vigor con el paso del tiempo. En este sentido, Calder afirma que muchos científicos eran más propensos a dirigirse a audiencias con cierta predisposición hacia la ciencia, poseedoras de algunos conocimientos –como podían ser los lectores de ciertas publicaciones de alta divulgación y, en menor

medida, de los periódicos y revistas más serias– que a las grandes audiencias indiferenciadas, como las de algunos diarios de circulación masiva. De manera que eran más partidarios de colaborar con los programas de radio y televisión con un público más selecto, poseedor de un nivel de instrucción científica determinado, puesto que les exigía un menor grado de distorsión de los contenidos científicos (Calder, 1). Y aunque Calder no considera indispensable la colaboración de los científicos en este tipo de programas –siempre que contaran con la participación de escritores científicos profesionales que asegurasen la precisión de la información–, sí que afirma que sólo la colaboración entre ambos grupos daría unos resultados óptimos a la hora de elaborar programaciones que fuesen interesantes para las grandes audiencias. Para ello los científicos deberían ser capaces de adaptarse a los intereses temáticos que demandaba el público, y de adaptar los contenidos a un lenguaje y a un nivel de precisión comprensibles para él. Unas tareas en las que los escritores científicos profesionales podrían resultar de gran ayuda. Este autor consideraba necesario, para poder informar en estos medios, captar previamente el interés del público con estrategias que humanizasen la ciencia y la hiciesen entretenida:

> "Para que los que creemos que la ciencia debe de ser entendida tengamos éxito a la hora de estimular el interés público, tenemos que resultar estimulantes. La presentación de la ciencia en la radio y la televisión tiene todavía posibilidades que no se han cumplido. Ambas pueden emplearse como instrumentos para la enseñanza especializada…; para seminarios y grupos de estudio; para la educación de adultos y para la información de masas.
> Reconozcamos, sin embargo, que la última es la más difícil –principalmente porque todavía no nos hemos desligado de las ideas tradicionales y aplicado nuestra imaginación, además de nuestro conocimiento, a los medios de comunicación." (Calder, 4).

Aunque no tenemos cifras comparativas entre el número de lectores de las revistas populares y las audiencias de los programas de ciencia de radio y televisión, todo parece apuntar a la primacía de estos dos últimos medios si nos atenemos a las audiencias millonarias que alcanzaron algunos programas de éxito –muy superiores a los números que arrojaban las ventas de las revistas (Gregory y Miller, 41).[68] No

[68] En cualquier caso, es conveniente señalar la dificultad de establecer una comparación de este tipo, debido a la imposibilidad de calcular el número real de lectores, y por lo tanto el impacto real, que podía tener un mismo número de una revista.

disponemos tampoco de datos comparativos del espacio proporcional que dedicaban a la ciencia. Como ya hemos visto, la estimación de LaFollette del porcentaje de artículos relacionados con la ciencia, respecto al total de artículos de no ficción aparecidos en las revistas populares a lo largo de un periodo de 45 años, era del 4%. Por lo que respecta a la radio y a la televisión únicamente contamos con dos datos puntuales que se refieren al número de horas semanales que dedicaban las emisoras de radio a programas de ciencia en los años 1937 y 1939, un intervalo demasiado breve como para que la comparación con las cifras anteriores resulte significativa. Durante el primero de estos años, se emitían 7 programas de ciencia a nivel nacional cuya duración sumaba un total de 2,15 horas semanales (no se tienen cifras de los programas emitidos a nivel local), mientras que en el segundo, la suma de la duración del total de programas era de 6,25 horas (suponiendo, en este caso, cerca de un 7,5% de la programación global). Por otro lado, distintos testimonios sostienen que la atención prestada a la ciencia durante la década de 1940 por los periódicos y las revistas era superior a la dedicada por la radio. A finales de la década siguiente, las primeras encuestas que se realizaron para analizar los hábitos de consumo de información científica mostraron que alrededor del 30% de los lectores de periódicos obtenían toda su información científica de los mismos –una cifra que alcanzaba el 41% en el caso de la información médica. Los resultados también ponían de manifiesto el alto interés por las noticias de carácter científico, especialmente por las relacionadas con la medicina, siendo precisamente los periódicos –frente a las revistas, la radio, y la televisión– el medio más citado por los encuestados como su fuente de información de noticias recientes relacionadas con diversos temas como la salud, la tecnología, los resultados prácticos de la investigación científica, la ciencia básica y la investigación. El 34% de los encuestados afirmó que los periódicos eran su fuente preferida a la hora de obtener información científica, y el 22%, el 21%, y el 2%, respectivamente, respondieron que lo era la televisión, las revistas, y la radio. Los encuestados consideraban la radio y la televisión como medios mas apropiados para el entretenimiento. Por otro lado, cuando se les preguntó por el nivel de interés, comprensibilidad, precisión, y completitud de la información científica ofrecida por los medios que ellos consumían, los resultados mostraron que los lectores de revistas y los espectadores de programas de televisión evaluaban más positivamente los cuatro niveles, mientras que los lectores de periódicos manifestaban más dudas respecto a la completitud y compresibilidad, y los oyentes de radio respecto a la completitud (Davis 1937, 258; Davis 1948, 6; LaFollette 2002a, 19; Krieghbaum, 1092).

2.6. LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA DURANTE LAS DOS DÉCADAS POSTERIORES A LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

Tras la Segunda Guerra Mundial, el tono empleado tanto por los científicos como por los periodistas en las publicaciones periódicas de carácter general era favorable a la ciencia, y se caracterizaba por enfatizar sus beneficios por encima de los posibles perjuicios que pudiera ocasionar. La bomba atómica generó un debate público en todo tipo de medios, y los científicos fueron invitados a informar y a ofrecer su opinión sobre el tema.[69] La mayoría de los artículos que aparecían en las revistas de carácter general más serias se inclinaron por advertir los aspectos positivos de la investigación atómica, aunque también se publicaron algunos que eran críticos con las pruebas realizadas con armamento atómico y con la decisión de usar la bomba atómica.

Ya en la década de 1950, estas publicaciones –además de continuar apoyando a la ciencia y de reconocer sus beneficios–, en vista de las posibles consecuencias perjudiciales para la sociedad que supondría un progreso científico incontrolado, manifestaron una actitud más escéptica y cautelosa. Comenzaron también a cuestionar de forma incipiente la autonomía de la ciencia, y a instar a la regulación pública de la actividad científica, lo que significó el inicio de una posición crítica en las actitudes públicas ante la responsabilidad social de los científicos. Sin embargo, aunque esta pérdida de ingenuidad, ante las promesas que presentaban la ciencia como una actividad inocua, comenzó a fraguarse tras la Segunda Guerra Mundial cuando se advirtieron los posibles riesgos que acompañaban a los beneficios de la investigación, no sería hasta las décadas de 1960 y 1970, como veremos más adelante, cuando estas ideas adquirirían una mayor implantación entre las actitudes públicas, produciéndose una disminución del alto nivel de confianza pública que había prevalecido hasta ese momento, con la consiguiente difusión de las posiciones ambivalentes del público ante la ciencia (LaFollette 1990, 139).

---

[69] La radio, gracias a su capacidad de llegar a grandes audiencias, jugó un papel especialmente relevante en la configuración de la percepción pública sobre la energía atómica, al informar sobre las implicaciones éticas y políticas del desarrollo y control de las armas nucleares (LaFollette 2002a, 26).

Al igual que había ocurrido tras la Primera Guerra Mundial, cuando finalizó la Segunda comenzó a generalizarse la demanda de financiación gubernamental para la ciencia, como resultado directo de los éxitos que había obtenido la ciencia durante el periodo de guerra, gracias a la gestión y a la financiación gubernamentales.[70] Los medios de comunicación se hicieron eco del debate generado en torno a esta demanda, y se posicionaron junto a quienes consideraban necesario crear una conciencia pública y transmitir información al público en beneficio del progreso científico y de las aplicaciones de la ciencia a la industria. Una situación que remitía a tres cuestiones heredadas de las décadas anteriores: la certeza moral de la importancia social y de la eficacia de la ciencia; la identificación de los valores científicos y democráticos; y la combinación de la comunidad intelectual y el público masivo en una única audiencia adecuada para la ciencia popular (Lewenstein 1987a, 25).

Por lo general, los debates públicos sobre la ciencia, fomentados por los propios científicos tras la Segunda Guerra Mundial, estaban copados fundamentalmente por temas relacionados con la mejora de la propia ciencia, y con el fomento de la educación formal, la investigación, y la política nacional sobre ciencia –en torno a la cuestión de cómo el Gobierno Federal debería fomentar la ciencia con miras al bienestar general en tiempos de paz. Mientras tanto, el problema de la comprensión pública de la ciencia era considerado como algo secundario y se le dedicaba escasa atención, de manera que el papel del público se limitaba al de mero espectador, y sólo era tenido en cuenta a la hora de buscar su asentimiento respecto a ciertos valores defendidos por la comunidad científica, que entendía el debate público sobre la ciencia como algo necesario para el progreso científico.[71]

---

[70] El principal impulsor de esta demanda fue el ingeniero Vannevar Bush, -director durante la guerra de la *Office of Scientific Research and Development*- a quien en noviembre de 1944 el presidente Franklin D. Roosevelt le encargó la elaboración de un informe con el fin de que expusiera una serie de recomendaciones referentes al papel que tendría que jugar el Gobierno en el ámbito de la ciencia cuando acabase el conflicto. Finalmente presentó el informe al sucesor de Roosevelt, Harry Truman, en julio de 1945 con el título de *The Endles Frontier, Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research,* en el que abogaba por el apoyo de las instituciones públicas a la investigación científica y por la definición de una política científica de carácter civil (Kevles, 5; Freeland, 36; Bronk, 410; Quintanilla 2002b, 150).

[71] Durante los primeros años posteriores a la guerra, los debates de los científicos –cuyos orígenes se sitúan en el informe de Vannevar Bush, puesto que aunque no fue la primera propuesta de este tipo, si fue la primera con la repercusión suficiente como para favorecer una atmósfera de reflexión general entre los científicos- estaban orientados al establecimiento de una política científica gubernamental relacionada con la gestión, organización y financiación de la ciencia, que pusiese en marcha las medidas necesarias para asegurar una educación e investigación científicas de calidad, incidiendo de forma especial en la mejora y el fomento de las instituciones de investigación científica básica de alto nivel. La respuesta a estas demandas se materializó, de forma centralizada, en la creación de la *National Science Foundation* en 1950, una agencia del Gobierno constituida con la responsabilidad principal de promover el avance de la ciencia en todas sus ramas, independientemente de sus aplicaciones, con miras a potenciar la salud, la prosperidad, y el bienestar nacional, y asegurar la defensa nacional. Se concibió como una agencia con dos tipos de funciones distintas: en primer lugar, apoyar la investigación básica y la educación mediante

Existían excepciones a esta corriente generalizada –como la representada por el rector de la Universidad de Princeton, Harold W. Dodds, o el politólogo Harold M. Dorr–, que reclamaban un papel más activo para el público en estos debates. Dorr afirmaba que la comprensión del público debía orientarse no tanto a cuestiones relacionadas con datos científicos concretos, sino a las implicaciones sociales de los nuevos descubrimientos, y consideraba que la comprensión y el debate públicos de asuntos relacionados con la ciencia debía convertirse en algo propio de la democracia (Lewenstein 1987a, 37).

Cuando hacia 1947 la comunidad científica percibió la necesidad de fomentar el debate público sobre la ciencia, actuó intentando trasladar estos debates a una gran audiencia a través de libros y artículos. Y si en un principio se centraron en los temas que más les preocupaban –aquellos relacionados con la política científica–, paulatinamente fueron conformando sus textos en respuesta a una demanda de más información científica, a medida que se iba difundiendo la convicción de que en democracia una ciudadanía con capacidad de acción política debía de ser informada previamente. La percepción de esta demanda avivó la preocupación y el interés en torno a la comprensión pública de la ciencia. La información que ofrecían estaba relacionada principalmente con descubrimientos y hechos concretos de la ciencia, mientras que la dedicada a las implicaciones de estos descubrimientos y al método científico era menos del 20%.

Las dificultades a las que se enfrentaron los defensores de una política científica gubernamental que asegurase, entre otras cosas, la financiación para la investigación científica, les concienciaron de la necesidad de la comprensión pública de la ciencia para poder lograr su objetivo, así como de la importancia de incluir en los programas de investigación propuestas relacionadas con problemas sociales y necesidades nacionales (Bronk, 413).

---

becas, subvenciones y otros medios; y en segundo lugar, el desarrollo de una política científica nacional, la evaluación y correlación de las actividades de investigación realizadas por agencias del Gobierno federal, y la correlación de los programas de investigación de la NSF con los realizados por individuos y grupos de investigación públicos y privados. Los debates previos a la aprobación definitiva de la creación de la NSF se prolongaron durante cinco años, dando lugar a diversos proyectos de ley, y giraron principalmente en torno a cuatro temas: la forma de su organización administrativa; la política de patentes con relación a los contratos de investigación gubernamentales; la inclusión de las ciencias sociales; y la distribución de los fondos de investigación (Powers, 614; Foster, 297; Conant 1947b, 299; Bush, 302; Wolfle 1950, 79; Wolfle 1957, 335; Waterman, 1341).

Podemos observar que en este momento continuaban vigentes dos usos de la noción de democracia, en su relación con la popularización –de los tres que caracterizaron al periodo posterior a la Primera Guerra Mundial.[72] En primer lugar, identificándola con la ciencia, al condicionar el futuro de la democracia a la prosperidad de la ciencia misma; y en segundo lugar, al vincular el perfeccionamiento del sistema democrático con la transmisión de conocimientos al mayor número posible de ciudadanos, pero esta vez con el valor añadido de plantear la posibilidad de integrar a la ciudadanía dentro de un debate político, tras cumplir el requisito previo de haber sido instruida previamente.

Pero ya hemos visto que a diferencia de lo sucedido entonces, ahora la actitud pública ante la ciencia no era tan optimista, acontecimientos como la Gran Depresión –y el temor que suscitó en la década de 1930 el posible desempleo causado por los nuevos avances tecnológicos derivados de la ciencia–, o la creación de la bomba atómica habían comenzado a sembrar entre el público sentimientos encontrados (Cohen 1981, 22; Dietz, 112). A este respecto, Bernard I. Cohen considera que tanto los temores como la confianza desmesurada en la ciencia, no son sólo un producto de ciertas consecuencias prácticas, negativas o positivas, de la ciencia, sino que se deben a una concepción de la actividad científica como algo maligno o benigno en sí mismo, y al desconocimiento de lo que es la ciencia y la labor de los científicos. James B. Conant, científico, educador, y rector de la Universidad de Harvard, planteó una posible solución a este problema en una serie de conferencias impartidas en la Universidad de Yale en 1947 –publicadas posteriormente en 1951 en la obra titulada *On Understanding Science*–, en las que propone diseñar un programa de comprensión pública. La influencia de las ideas expuestas en estas charlas contribuyó a aumentar, durante los siguientes años, la reflexión sobre la importancia de la comprensión pública de la ciencia en una sociedad democrática.

Según este autor, existen tres razones para promover la extensión de la comprensión de la ciencia –todas ellas sustentadas en la idea de la necesidad de la comprensión pública de la ciencia para la supervivencia de la democracia. En primer lugar, permitiría integrar la ciencia en el modelo cultural secular de Estados Unidos, lo que supondría un paso previo para alcanzar una cultura coherente para la democracia en un tiempo de máquinas y expertos. En segundo lugar, una comprensión de la ciencia más amplia redundaría en beneficio del bienestar nacional, puesto que permitiría a quienes generan opinión y a quienes ostentan responsabilidades políticas –y están por ello obligados a tomar decisiones

[72] Ver apartado 2.2.

relacionadas con aplicaciones de la ciencia que afectan a la vida diaria–, tener en cuenta los factores científicos y técnicos involucrados en sus decisiones. Y en último lugar, por la necesidad de clarificar, entre el público lego, cuáles son los métodos distintivos por los que la ciencia avanza, mostrándole la importancia de valores como el rigor y la racionalidad en el desarrollo de la empresa científica (Conant 1947a, 19).[73]

Conant considera que la solución al problema de la comprensión pública de la ciencia –sin aspirar a enseñar ciencia de manera formal, o a que el lego alcance el mismo grado de comprensión de los problemas de la ciencia que los expertos, pero sí el nivel suficiente como para salvar la distancia, en cierto grado, entre unos y otros– no consiste en aumentar la difusión de información científica entre los legos:

> "Estar bien informado sobre ciencia no es lo mismo que comprender la ciencia, aunque ambas proposiciones no son antitéticas. Lo que se necesita son métodos para impartir conocimiento sobre las Tácticas y Estrategias de la Ciencia a aquellos que no son científicos" (Conant 1947a, 26).

Para llevar a cabo esa tarea pedagógica, opta por recurrir al estudio de casos históricos que muestren el desarrollo de la ciencia, que –por estar su propuesta limitada un público lego con cierto nivel de educación y con unos conocimientos previos elementales– se impartirían en cursos universitarios o formarían parte de programas de educación para adultos de edades más avanzadas.[74] Los casos históricos no se centrarían en los resultados de la investigación científica, ni en leyes o teorías científicas concretas, ni en las aplicaciones de la ciencia, sino que dirigirían su atención al proceso de obtención de esos resultados, mostrando las dificultades involucradas en el avance de la ciencia, y la importancia y la repercusión de la aparición de nuevas técnicas aplicadas a las investigaciones e, incluso, poniendo de manifiesto que los nuevos descubrimientos no están exentos de posibles efectos negativos. También se

---

[73] Conant circunscribe la comprensión pública de la ciencia no a un público masivo, sino a un conjunto de personas con cierto nivel de educación, de influencia, y de responsabilidad, cuya voz pudiera tener una repercusión especial en la sociedad, como abogados, escritores, profesores, políticos, funcionarios, y hombres de negocios.

[74] A diferencia de lo que ocurría en el siglo XIX –donde los contenidos científicos ocupaban un espacio importante en las actividades educativas relacionadas con la autosuperación personal de los individuos adultos-, durante el siglo XX se produjo una disminución de este tipo de contenidos en los programas de educación para adultos. Por el contrario, en la educación primaria y secundaria los contenidos científicos fueron ocupando un espacio cada vez mayor (Burnham, 181).

mostraría la interconexión entre ciencia y sociedad, y la interrelación entre experimentación y observación en el desarrollo de nuevos conceptos que dan lugar a esquemas conceptuales que van siendo mejorados y modificados, con lo que se haría hincapié en su carácter dinámico. Finalmente, deja abierta la posibilidad de tratar ciertos fundamentos metafísicos y epistemológicos.

Lewenstein muestra cómo durante los años posteriores a la exposición de las ideas de Conant, aumentó la preocupación entre periodistas y políticos en torno al problema de la comprensión pública de la ciencia, vinculado una vez más, a la libertad, al bienestar, y al futuro de la sociedad democrática. Se incrementó el número de voces en defensa de un mayor control de la ciencia por parte de la sociedad, y se avivaron las quejas sobre la falta de buenos materiales de popularización que ayudasen a mejorar la comprensión del público. Este mensaje social y político fue calando entre un número cada vez mayor de miembros de la comunidad científica, que consideraron la necesidad de establecer relaciones más estrechas con los medios de comunicación, y también de transmitir su creencia en el valor de la visión científica del mundo a la sociedad en su conjunto, puesto que eran conscientes de que el apoyo gubernamental a la ciencia estaba supeditado al apoyo público y, por lo tanto, a la comprensión de los ciudadanos de ese valor (Lewenstein 1987a, 60).

Así pues, la difusión de la creencia en la necesidad social de la comprensión pública de la ciencia suscitó, a su vez, la percepción de una demanda de información científica. A juicio de Lewenstein, no existía una evidencia real de esta demanda de información, sino que se generó como resultado de la convicción moral y del interés de diversos individuos y grupos en promover la ciencia como la solución ideal a los problemas del mundo, por medio de la comprensión pública de la ciencia.

Lo cierto es que la década de 1950 volvió a experimentar un aumento de la actividad popularizadora similar al que se había producido durante la década de 1920. No obstante, seguía sin existir un consenso sobre cuál era la forma más adecuada de transmitir la ciencia al público. Algunos sectores eran partidarios de educar en los principios básicos de la ciencia, otros apostaban por comunicar los contenidos y las técnicas concretas de la ciencia del momento, también estaban aquellos que preferían centrarse en sus implicaciones sociales y, finalmente, los que –influenciados por los trabajos que se venían realizando durante la últimas décadas en el ámbito de la educación científica– consideraban que la mejor forma de facilitar la comprensión de la ciencia era mediante la explicación del funcionamiento y la

exposición de las características del método y de la práctica científica, así como de los procesos y la estructura de la ciencia (Burnham, 222).

Con relación a la generación de la demanda de ciencia popular, Bruce Lewenstein nos ofrece un análisis de las cuatro principales instituciones promotoras de la ciencia popular durante los veinte años posteriores a la Segunda Guerra Mundial: editoriales comerciales, sociedades científicas, organizaciones de escritores de ciencia, y agencias del Gobierno. Estas instituciones se caracterizaron por su respaldo a la 'comprensión pública de la ciencia', y por la equiparación que hacían todas ellas entre ésta y el 'apoyo público a la ciencia y el reconocimiento público de los beneficios proporcionados por la ciencia a la sociedad', con el fin de servir a sus propios intereses. Mediante la obtención de ese apoyo y reconocimiento buscaban mejorar la actitud del público hacia la ciencia como un cuerpo de conocimiento y como una forma de conocer la realidad, y también hacia los científicos como individuos y hacia las peticiones de apoyo y financiación provenientes de las instituciones científicas. A pesar de que los motivos que les condujeron a dicha equiparación eran diferentes, al igual que lo eran los medios empleados para lograr dicho reconocimiento –unos pensaban que aumentar el conocimiento público sobre descubrimientos de la ciencia provocaría necesariamente una mayor valoración pública, mientras que otros consideraban que la ciencia popular debía dirigirse específicamente a mejorar las actitudes públicas hacia la ciencia–, en las cuatro instituciones se observan una serie de temáticas comunes, como la identificación de ciencia y democracia, y la creencia en la eficacia de la ciencia como fuente de soluciones a los problemas sociales (Lewenstein 1987a, 23).

Todas ellas se centraron en difundir información técnica sobre los descubrimientos de la ciencia, porque suponían que era lo que el público quería, y aunque justificaban sus discursos apelando a la mejora de la comprensión pública de las relaciones entre ciencia y sociedad, lo que buscaban en la práctica era la mejora del reconocimiento público de los beneficios que la sociedad recibía de la ciencia. Y pese a que en las cuatro el significado de los términos 'ciencia popular' y 'comprensión pública de la ciencia' podía tener matices diferentes, e implicar acciones diferentes, en última instancia sus objetivos coincidían (Lewenstein 1992, 62).

La aproximación a la ciencia popular por parte de los editores comerciales de revistas estaba definida en términos económicos, y motivada por la obtención de beneficios, de manera que estructuraban sus

publicaciones tratando de obtener la mayor rentabilidad posible, sin que esto constituyera un impedimento para que sus contenidos estuviesen fundados en la misma certeza moral en el poder de la ciencia que los de los otros grupos. Durante la segunda mitad de la década de 1940, se lanzó al mercado una nueva publicación y se refundó otra –que acabaría marcando una nueva etapa dentro de la popularización llevada a cabo en revistas–, ambas con estilos diferentes. La primera de ellas, *Science Illustrated*, seguía el formato de revistas de periodismo general –como *Time* y *Newsweek*–, pero aplicado a la ciencia. Estaba dirigida a un público amplio, y sus contenidos trataban de las consecuencias de la ciencia sobre la vida cotidiana, pero sin limitarse a la mera descripción de sus productos, sino que también aspiraba a lograr la comprensión del público. Mediante un estilo intermedio entre la representación de la ciencia como una actividad asombrosa con resultados maravillosos, y una concepción de la popularización entendida como fuente de información y de educación, pretendía atraer la atención del mayor número posible de lectores y lograr el respaldo de los anunciantes. Los editores de la segunda publicación, *Scientific American*, percibieron un hueco en el mercado de revistas y optaron por restringir el perfil de sus lectores y, por lo tanto, el de sus anunciantes, al tratar de afianzarla entre un público con formación científica en alguna rama de la ciencia, pero que a su vez se consideraba lego, y estaba interesado, en las demás. Sus artículos, escritos por científicos, trataban principalmente de presentar de forma comprensible y responsable temas relacionados con nuevos descubrimientos científicos y, en menor medida, con la historia, la economía, y la política de la ciencia, si bien sus directores decidieron no incluir artículos sobre el método científico. Al presentar la ciencia de esta manera, los editores de la publicación consideraban que se pondría de manifiesto de forma evidente su importancia y sus implicaciones para la sociedad. El enfoque de esta revista era principalmente intelectual, y sus colaboradores no tenían que emplear estrategias para atraer el interés de los lectores –por ejemplo, centrarse principalmente en los resultados o recurrir a temas de interés humano y otros por el estilo–, como hacían las revistas con un público de perfil más bajo.

Finalmente, *Science Illustrated* dejó de publicarse en 1949 y sólo *Scientific American*, más cercana a los intereses de la comunidad científica, logró sobrevivir a las exigencias del mercado. Ciertamente los lectores de esta revista no eran representativos del gran público al que se suponía que debía estar dirigida la ciencia popular, y aunque por lo general, a partir de mediados de siglo, las revistas no tenían una audiencia uniforme, no estaban destinadas a cualquier público, sino a uno que demandaba contenidos científicos de cierto nivel o información sobre resultados técnicos de la ciencia, a diferencia de

lo que ocurría con el público más amplio al que estaban dirigidas las noticias científicas que aparecían en la prensa (Lewenstein 1992, 49; Burnham, 193; Whalen, 20).

La comunidad científica también reaccionó ante lo que percibía como una demanda de información. Tras la guerra, muchas organizaciones científicas colaboraron con periodistas y mostraron su compromiso con la comprensión pública de la ciencia. Entre todas ellas destacó sobremanera la AAAS, que mediante una nueva declaración de principios adoptada en 1946, amplió su propósito inicial de promover la comunicación entre sus miembros, añadiendo nuevos objetivos a los ya existentes:

> "Fomentar el trabajo de los científicos, facilitar la cooperación entre ellos, mejorar la eficacia de la ciencia en la promoción del bienestar humano, y aumentar la comprensión y el reconocimiento público de la importancia y la promesa de los métodos de la ciencia en el progreso humano" (AAAS. *150 Years of Advancing Science: A History of AAAS*).

Los cambios que introducía esta declaración no comenzaron a aplicarse hasta la década de 1950 –concretamente a partir de 1951–, tras una conferencia que tuvo lugar en la *Arden House* de la Universidad de Columbia. Las novedades introducidas abordaban de una forma más activa el problema de la relación entre la ciencia y la sociedad, mediante la puesta en marcha de programas destinados a la educación pública de masas, y el acercamiento a los medios de comunicación. Se promovieron una serie de iniciativas como la publicación de series de libros populares, colaboraciones con productoras de televisión, oficinas de relaciones públicas internas, actividades coordinadas con periodistas científicos, y cambios en la estructura y en el contenido de las reuniones anuales.[75] Se consideraba esencial que, en una sociedad moderna, los funcionarios del Gobierno, los empresarios, y el público en general, comprendiesen mejor los resultados y los métodos de la ciencia, así como la importancia de la

[75] A pesar de que nuestro recorrido histórico, durante este periodo, se centra principalmente en los medios de comunicación relacionados con el periodismo y las revistas de popularización, no debemos olvidar el papel jugado por los libros a la hora de popularizar la ciencia. A juicio de Burnham, los libros de popularización se caracterizaban, en primer lugar, por tener unos lectores que manifestaban un interés especial en la ciencia –lo que no significa que no hubiese diferentes audiencias y autores, con distintos grados de formación- y, en segundo lugar, por el predominio de los autores británicos hasta después de la Segunda Guerra Mundial. En este sentido, Ana María Sánchez Mora identifica un nuevo estilo de divulgación en los libros escritos a partir de la segunda mitad del siglo XX, caracterizados por la calidad literaria de unos autores que perseguían combinar el conocimiento científico con la sensibilidad y la imaginación: "En los casos que se corresponden a la segunda mitad del siglo XX, lo literario del texto parece ser uno de los postulados fundamentales de la divulgación…" (Burnham, 189; Sánchez Mora, 43).

investigación básica y el espíritu de la ciencia. Sin embargo, algunos miembros de la AAAS manifestaron su desacuerdo con este nuevo rumbo, puesto que temían que la asociación perdiese el contacto con la investigación especializada y se ocupara sólo de generalizaciones.

Las actividades de este tipo emprendidas por la AAAS se llevaban a cabo en nombre de la comprensión pública de la ciencia, alegando que eran una respuesta a la demanda de ciencia popular aparecida tras la guerra, pero en su fuero interno estaban motivadas por la búsqueda de reconocimiento público (Lewenstein 1992, 52).

La labor principal de los escritores científicos era trabajar como reporteros para sus medios correspondientes, pero también escribían libros y artículos de revistas. Durante el periodo de tiempo transcurrido entre el final de la Segunda Guerra Mundial y 1960, la *National Association of Science Writers* (NASW) pasó de tener 63 miembros a un total de 413, al mismo tiempo que incrementó su reconocimiento y prestigio en el ámbito del periodismo y en el de la ciencia.

En este tiempo se estableció de forma definitiva una comunidad de periodistas científicos en cuyas manos quedó principalmente la tarea de informar sobre ciencia. Esto era debido, en buena medida, a la creciente especialización de la ciencia, que hacía cada vez más difícil la participación de los científicos –salvo en aquellas revistas de popularización que estaban expresamente dirigidas a la propia comunidad científica, como la ya mencionada *Scientific American* o *Physics Today*–, hasta el punto de que ambos grupos asumían que la información científica aparecida en la prensa marcaba la pauta de la actividad popularizadora.[76] Un estudio de la época muestra que tan sólo un 9% de estos escritores eran licenciados en una carrera científica o provenían del entorno de la ciencia. En muchas ocasiones su trabajo estaba supeditado a la línea editorial del medio al que pertenecían, que, de una manera u otra, influía en la orientación última dada a la información. Antes de su publicación, los textos tenían que tener el visto bueno de los correspondientes editores, y estos no siempre tenían la formación científica adecuada. Además, su criterio de publicación –más propenso a ofrecer entretenimiento y novedades, que

[76] De hecho, a partir de mediados de la década de 1960, la principal fuente de información científica a la que tenía acceso el público lego, era la comunidad de escritores científicos que trabajaban en los medios de comunicación impresos. Esta comunidad, estaba dominada, a juicio de Sharon Dunwoody, por un grupo muy reducido e interconectado de unos 30 periodistas científicos (al que denomina "el club íntimo"), con un alto grado de cooperación mutua –algo que, en ocasiones, podía influir negativamente en la variedad de temas de la cobertura de noticias científicas, pero que también podía redundar en una mayor eficiencia y exactitud en la producción de noticias- empleados en los periódicos, las revistas y los servicios de teletipos más importantes, y que por lo tanto ejercían una influencia decisiva en la selección de noticias que publicaban los demás medios (Dunwoody 1980, 14).

educación– no tenía por qué coincidir con el del escritor científico, aunque lo cierto es que los propios periodistas científicos reconocían tener una libertad de acción amplia a la hora de elegir los temas a tratar. Todo ello contribuía a dificultar la erradicación completa de posibles enfoques sensacionalistas (Burnham, 199).

El tratamiento que daba la prensa a la información científica tras la guerra, seguía influenciado por las directrices del *Science Service*, que distribuía sus informaciones a un total de unos doscientos periódicos y otras publicaciones con un público potencial de diez millones de lectores. Su director en ese momento, Watson Davis, consideraba necesario primar la información sobre descubrimientos recientes de la ciencia, y abogaba por el uso de ejemplos concretos para despertar el reconocimiento y el interés del público con el fin de convencerle de las ventajas de su aplicación a diferentes ámbitos, como la vida cotidiana, las relaciones humanas, la dirección de las empresas y de los Gobiernos. Se oponía así a un tipo de popularización basada en la simple cobertura e interpretación de la información, o en la mera descripción del método científico.[77] De esta manera proponía enfocar el tratamiento de distintas informaciones generales –también las de carácter local– estableciendo vínculos con la ciencia, pero todo ello sin entender la popularización como una herramienta propagandística al servicio de la ciencia, y sin pretender imponer el criterio científico de forma autoritaria, sino más bien poniendo de manifiesto los posibles beneficios de la aplicación del pensamiento ordenado, propio del método científico, a los procesos de la democracia. El propio Davis afirmó que por muy importante que fuera el propósito de la popularización de obtener un mayor apoyo para la investigación científica mediante la transmisión a los legos de datos relacionados con la ciencia:

> "La cobertura y la interpretación de la ciencia no logra su propósito –el principal propósito de la popularización de la ciencia– si no provoca un reconocimiento y una utilización del método de la ciencia en la vida cotidiana. …Tantos de los ideales que valoramos, como la libertad, la oportunidad, la búsqueda de la felicidad, de la libertad y de la democracia, se alcanzan mediante la utilización de métodos científicos. Los caminos de la ciencia y de la democracia pueden parecer a

[77] Años después, a finales de la década de 1970, los periodistas científicos identificaban como criterios relevantes para la publicación de noticias científicas aspectos como el interés del lector, la relevancia potencial de la información para el lector, la novedad de la información, el interés en la información del periodista o del director, la importancia de la fuente, la singularidad de la información, y la proximidad e importancia intrínseca de la información para la ciencia (Dunwoody 1980, 16).

veces indirectos y lentos, pero normalmente son más certeros y seguros. Los errores de la ciencia y de la democracia se corrigen mejor mediante los métodos de la ciencia y de la democracia" (Davis 1948, 241).

En esta época, la tónica general que caracterizaba al tratamiento dispensado por los periodistas a la información científica estaba marcada por la ausencia de un enfoque crítico, y se sustentaba en el apoyo y la confianza ciega hacia la labor de los científicos, como puso de manifiesto John Lear –responsable de la sección de ciencia de la revista *Saturday Review* desde 1956– al lamentar que algunos escritores de ciencia concibieran su tarea como fundamentalmente descriptiva, y la definieran como un simple relato de lo que "los científicos planean, emprenden, concluyen, y dictan". Lear consideraba que esta definición no incluía la interpretación del amplio espectro de las consecuencias sociales de la ciencia, y conducía a aceptar sin cuestionarse lo dicho por los científicos. Este autor ilustra su posición con el trabajo pionero realizado desde finales de la década de 1950 por unos pocos periodistas y medios de comunicación comprometidos en la defensa del medioambiente –en este sentido destaca el papel que jugó la publicación, en 1962, del libro *Primavera Silenciosa*, de la zoóloga Rachel Carson–, un trabajo que tendría su verdadera repercusión a finales de la década. Reclama, a su vez, una actitud más crítica y menos pasiva del tratamiento de la información científica por parte de los periodistas (Lear, 30).

A pesar de que algunos miembros de la NASW se quejaban de que los científicos eran reticentes a colaborar con la prensa, lo cierto es que diversas organizaciones científicas solían cooperar con esta asociación y, por lo general, los científicos respondían favorablemente al tratamiento que hacían los periodistas de su trabajo.[78] Los datos de una encuesta realizada en 1958 entre directores de diarios

[78] Años más tarde, a mediados de los 70, Rae Goodell puso de manifiesto que si bien durante las últimas décadas los científicos se habían inhibido, por lo general, de participar activamente y en primera persona en actividades popularizadoras, algunos de ellos se distinguieron por todo lo contrario –los denominados por ella como "los científicos visibles", que optaron por hablar de ciencia directamente a un público profano. No solían contar con la aquiescencia de sus colegas de la comunidad científica, y eran vistos como una molestia o como un peligro, por romper las viejas normas de conducta de la profesión científica. Lo cierto es que las críticas de los otros científicos no llegaban a afectar de manera negativa a las carreras profesionales de los científicos visibles, puesto que la mayoría de ellos habían emprendido su faceta popularizadora tras tener muy consolidada su posición en el ámbito de la investigación científica, y su productividad científica podía haber disminuido en cantidad pero no en calidad. A la hora de colaborar con la prensa, estos científicos estaban más dispuestos a entender las dificultades y las peculiaridades de la tarea realizada por los periodistas, y trataban de facilitársela al máximo, eran más comprensivos ante las posibles imprecisiones

nacionales, mostraban que un 75% de ellos habían aumentado la información científica publicada en sus periódicos al menos en un 50% –coincidiendo con el periodo posterior al lanzamiento del *Sputnik I*, por parte de la Unión Soviética, en 1957–, una cifra significativa si se tiene en cuenta la baja tasa de crecimiento que se había dado desde 1939 (Krieghbaum, 1095; Withey, 384).

Los escritores de ciencia se veían a sí mismos como defensores de la ciencia, y en su empeño de ofrecer informaciones rigurosas solicitaban a los científicos la revisión previa de los textos que iban a publicar, con el fin de evitar los posibles errores.[79] Al igual que los otros dos grupos, los escritores de ciencia consideraban que un aumento de la información científica y de la comprensión pública de la ciencia implicaría automáticamente una mejora de las actitudes públicas, y un mayor apoyo, hacia la ciencia y sus beneficios. Sin embargo, este grupo se caracterizaba por dirigirse de manera más directa a una audiencia más amplia, que incluía a los lectores de periódicos y de revistas populares (Lewenstein 1992, 55). En esta línea podemos situar las palabras del periodista científico británico Ritchie Calder, cuando en 1955 afirmó que la popularización debía ayudar a tanta gente como fuera posible a comprender y apreciar la ciencia. Una concepción que contrastaba con la tendencia de algunos científicos a dirigirse a públicos más restringidos, con conocimientos científicos previos y una buena predisposición hacia la ciencia, tendencia que según Calder:

> "…sólo significa la ampliación de la educación y no lo que algunos de nosotros creemos que es el propósito social de la popularización –aumentar la conciencia de las masas de gente común sobre los datos y el significado de la ciencia, de manera que puedan tener una comprensión y una opinión de las fuerzas y de los desarrollos que tan drásticamente están cambiando sus condiciones de vida" (Calder, 1).

Por último, las agencias del Gobierno, también manifestaron la misma certeza moral en la ciencia que caracterizó a los otros tres grupos ante la demanda de información científica, y también identificaron la

---

que podían cometer y, en última instancia, su colaboración mutua era bastante fluida, puesto que los intereses que ambos tenían en juego suscitaban una relación de dependencia (Goodell, 6).

[79] A finales de la década de 1950 y principios de la siguiente, tan sólo una minoría de escritores científicos consideraban que este tipo de prácticas restaban independencia a su trabajo. Del mismo modo, eran pocos los que creían que era necesario no bajar la guardia ante el tipo de informaciones relacionadas con descubrimientos "nuevos" y "exclusivos" que eran anunciadas en los *press releases* y en las oficinas de prensa de las universidades y de los laboratorios industriales (Lear, 34).

comprensión pública de la ciencia y la difusión de información científica con una mejora de las actitudes públicas y un aumento del apoyo público hacia la ciencia. A finales de la década de 1950, una de estas agencias, la *National Science Foundation*, diseñó un importante programa de comprensión pública, con un presupuesto estimado en 1,5 millones de dólares. Sus primeras iniciativas consistieron en la organización de congresos donde científicos y escritores de ciencia debatían sobre los problemas propios de la comunicación de la ciencia al público lego. El gasto total del programa en 1959, su primer año de andadura, ascendió tan sólo a 5.000 dólares, pero la cifra presupuestada para el año siguiente fue de 200.000 dólares.

Otra de las instituciones gubernamentales que incluyó entre sus tareas suministrar información al público, fue la *Atomic Energic Comission* (AEC), fundada en 1947. Sus responsables se propusieron llevar a cabo una política activa de difusión de información, principalmente con la intención de convencer al país de que la energía atómica podía jugar un papel importante en proyectos pacíficos.

En la mayoría de estas agencias, las iniciativas de este estilo podían entenderse como actividades de relaciones públicas. Sin embargo, las actividades de la NSF y de la AEC, no pretendían hacer la labor de relaciones públicas de sí mismas, sino de la ciencia en general y del campo de la energía atómica, respectivamente (Lewenstein 1992, 60). La percepción de la necesidad de una comprensión pública de la ciencia en aras de un mayor apoyo público hacia ésta, queda meridianamente clara en las palabras del que fuera director de la NSF desde 1951 a 1963, Alan T. Waterman:

> "Es esencial que los ciudadanos del país comprendan y aprecien la importancia de la ciencia y de la tecnología en todas sus etapas, pero especialmente la importancia de la investigación básica y de la educación. Sin la comprensión y el apoyo del pueblo de los Estados Unidos, el Gobierno Federal será incapaz de tomar las medidas apropiadas para el soporte suficiente de la investigación básica y de la educación en ciencia. Los votantes individuales, las comunidades, y los estados deben reconocer claramente sus responsabilidades. Los problemas inherentes a la ciencia y la tecnología no pueden descartarse bajo la asunción de que pueden ser afrontados por el Gobierno Federal sin la comprensión, el apoyo, y la acción local de los ciudadanos informados" (Waterman, 1354).

La labor llevada a cabo por estos cuatro grupos en la década de 1950 contribuyó a difundir la idea de que los ciudadanos americanos debían tener más conocimientos sobre ciencia. Uno de los argumentos que emplearon apelaba su responsabilidad social, y estaba respaldado por el temor a que Estados Unidos no estuviese a la vanguardia del desarrollo tecnológico durante la época de la Guerra Fría y de la carrera espacial, puesto que la ciencia era entendida como un instrumento al servicio de la nación y de sus ciudadanos. Una mayor comprensión de la ciencia por parte de los ciudadanos contribuiría a una mayor financiación pública de la investigación básica, como pusieron de manifiesto las palabras del Presidente de los Estados Unidos John F. Kennedy en un discurso ofrecido con motivo del centenario de la *National Academy of Sciences* en 1963:

> "Pero para que la investigación básica sea considerada como es debido, debe ser entendida mejor. Les pido que reflexionen sobre este problema y sobre los medios que, en los próximos años, nuestra sociedad puede garantizar para continuar apoyando la investigación básica en ciencias biológicas, ciencias físicas, ciencias sociales, nuestros recursos naturales, sobre agricultura, sobre protección contra la contaminación y la erosión. Juntos, la comunidad científica, el Gobierno, la industria, la educación deben encontrar la manera de nutrir a la ciencia americana para obtener toda su fuerza y vitalidad. Incluso este año hemos visto ya en las primeras acciones de la Cámara de Diputados algunos fracasos a la hora de apoyar importantes áreas de investigación que deben contar con el Gobierno Nacional. Tengo esperanzas de que el Senado de los Estados Unidos restituirá estos fondos. Lo que se necesita, por supuesto, es una mayor comprensión, por parte del país en su totalidad, del valor de este trabajo que ha sido tan sostenido por muchos de ustedes" (John F. Kennedy 1963)

Pero más allá del propósito de lograr el apoyo público mediante la comprensión de la ciencia derivada de la puesta en práctica de la idea de popularización mayoritaria en los cuatro grupos analizados por Lewenstein, en el segundo quinquenio de la década de 1950 surgieron voces que apelaban de nuevo a una idea que ya había sido planteada a finales de la década anterior. Se trataba de la vinculación de la popularización y de la comprensión pública de la ciencia con el fortalecimiento de la democracia, puesto que entendían que la salud y la vitalidad de la misma, dependía de la participación de los ciudadanos –informados e interesados– en la toma de decisiones. Pero la consecución de tal propósito hacía

necesario, en su opinión, un enriquecimiento de la imagen de la ciencia transmitida a través del periodismo (Piel 1955, 318).

El periodismo seguía siendo la vía de acceso mayoritaria a la información científica para un público masivo, y a pesar de que en las últimas décadas su nivel de calidad había mejorado notablemente, y de que la mayoría de los científicos tenían un buen concepto del mismo, los defensores de una concepción de la popularización y de comprensión de la ciencia encaminadas a una participación pública más activa, dudaban de su capacidad para promover la popularización de la ciencia. Sus dudas se referían fundamentalmente a la tendencia a eludir temas que podían resultar difíciles y espinosos, y a inclinarse más por un estilo y unos contenidos que propendían al entretenimiento, supuestamente en aras de la satisfacción del gusto de los lectores. Por otra parte, también juzgaban insatisfactorio el enfoque utilitarista de la ciencia que solía adoptar el periodismo en sus informaciones, puesto que consideraban insuficiente que el público concibiese la ciencia principalmente como un medio para lograr diversos fines, dado que si, por un lado, esto aseguraba el reconocimiento y el apoyo deseados, por otro, una perspectiva tan restringida de la naturaleza de la empresa científica también suponía un peligro, ya que la ciencia no dejaba de ser un misterio para el público, y podía suscitar en él cierto hastío e inquietud ante la posibilidad de la proliferación de nuevos desarrollos científicos, vistos como una acumulación de "milagros" en manos de los científicos. Por ello creían necesario que la popularización se hiciera eco también de otros valores implicados en el desarrollo de la ciencia, con el propósito de transmitir la posibilidad de un uso adecuado de la misma:

> "La preocupación por la información debería abrirse a la popularización de los objetivos, del método, y del espíritu de la ciencia. Si el público va a apoyar el avance de la ciencia por otros motivos que la utilidad, entonces la gente debe poder compartir no sólo lo útil, sino lo revelador y lo hermoso que brota del trabajo de la ciencia" (Piel 1957, 794).

Los últimos años de la década de 1960 fueron testigos de un incremento de la popularización, fundamentalmente en la prensa diaria y en la televisión, puesto que las revistas de carácter general pasaron por una etapa de crisis a partir de la década de 1950. Dicha crisis fue el resultado de la conjunción de diversas causas que limitaron la circulación de estas publicaciones –como el incremento de

las tarifas postales y la competencia que suponía la televisión como fuente de información y de entretenimiento– y disminuyeron su importancia en la difusión de informaciones científicas, sin que llegara a ser compensada por el surgimiento de algunas revistas especializadas. Muchos de los que posteriormente estuvieron en la primera línea del periodismo científico, aunque provenían originariamente de otras áreas del periodismo, comenzaron a especializarse en la cobertura de noticias científicas cuando los responsables de sus medios les pusieron al frente de la información vinculada a la carrera espacial.

2.7. EL INICIO DE UNA NUEVA ETAPA DE LOS MUSEOS DE CIENCIA

Los museos científicos experimentaron una nueva evolución en la década de 1960, y aunque convivían distintos enfoques en la forma de presentar la ciencia al público –desde los que se limitaban a exhibir colecciones de objetos científicos con importancia histórica, hasta aquellos cuyo origen se remontaba a las primeras décadas del siglo y en los que se enfatizaba el dinamismo de las exposiciones– la tendencia generalizada a partir de este periodo fue la proliferación de museos en los que se pretendía fomentar la comprensión de principios científicos haciendo desaparecer las barreras que separaban al espectador del material expuesto y animando a los visitantes a interactuar con diversos dispositivos y demostraciones de una forma más activa.[80] Mediante la creación de un entorno lúdico y de entretenimiento se quería estimular el interés con el fin de hacer más asequible la comunicación de información (Anderson, 496).

El representante por excelencia de esta nueva concepción interactiva era el *Exploratorium* de San Francisco, inaugurado en 1969. Su enfoque pedagógico presuponía la libertad de movimientos del espectador. Estaba pensado para alentar la participación de los visitantes y el contacto directo con los materiales expuestos. Se evitaron los elementos estáticos del pasado, se facilitó la comprensión de los principios científicos subyacentes por medio de su ubicación en contextos diferentes, y se introdujo la posibilidad de realizar preguntas al personal de apoyo del museo. Sus responsables consideraban factible

[80] Como ya hemos expuesto anteriormente, lo cierto es que esta idea de interactividad ya se había puesto en práctica anteriormente, aunque quizá de una forma más limitada, en museos como el *Deutsches Museum*, donde los asistentes podían pulsar botones, tirar de palancas, etc. (Kaempffert 1934, 490; Kaempffert 1940, 258).

lograr la comprensión pública de diferentes fenómenos naturales por medio de este tipo instalaciones, pero admitían su limitación para comunicar y hacer comprensibles algunos aspectos de la ciencia:

> "Uno no puede hacer mucho con aquellas partes de la comprensión de la naturaleza que dependen del análisis matemático para ser transparentes y universales, ni puede enseñar a la gente cómo calcular la respuesta correcta o, incluso, asegurarles convincentemente que los científicos son capaces de hacerlo" (Oppenheimer, 345).

A estas alturas de siglo el clima social en el que la gente se acercaba a la ciencia ya no era el mismo que el de décadas anteriores, los problemas vinculados al armamento nuclear y las preocupaciones relacionadas con la ecología y con la pobreza, modificaron las razones esgrimidas para reclamar la presencia del público en los museos –e incluso la propia justificación de éste para asistir–, y en lugar de resaltar los beneficios que el progreso técnico suponía para la sociedad, se enfatizaban más las ventajas de carácter personal que podía reportar la adquisición de conocimiento científico en ámbitos como el profesional y el comercial (Bud 1995, 3).

2.8. DIFUSIÓN DE VOCES CRÍTICAS ANTE LOS RIESGOS DE LA CIENCIA Y SU REPERCUSIÓN EN LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA

A finales de la década de 1960 se produjeron una serie de cambios que afectaban a la popularización de la ciencia. La información sobre temas medioambientales adquirió gran notoriedad, y algunas de las voces que se alzaban contra la contaminación, reclamando un mayor respeto por el medio ambiente, adoptaron un tono crítico con los efectos de la ciencia y la tecnología. Dichos sectores críticos pusieron en cuestión ciertos valores asociados a la cultura del progreso técnico, dejando traslucir la idea de que la difusión de información científica era necesaria para que la ciudadanía tuviese un mayor control sobre la ciencia, con lo que reivindicaban para el periodismo científico una función de servicio público, a saber, la evaluación de los procesos sociales en los que estaba implicada la ciencia y la tecnología (Lear, 30).

Fue entonces cuando cobró especial relevancia una segunda ramificación de la política científica, esta vez encaminada a la evaluación y control del desarrollo científico y tecnológico. Supondría la introducción de objetivos de interés social a la hora de establecer prioridades en la definición de los programas de investigación, y la adopción nuevas medidas relacionadas con la previsión de los posibles riesgos del desarrollo tecnológico (Quintanilla 2002b, 152). Años antes, en 1963, el presidente Kennedy ya había anunciado la necesidad de tener en cuenta estos factores, y tras desgranar en su discurso una serie de temas que a su juicio resultaban de especial interés para la sociedad –por lo que debían ocupar un lugar principal en la agenda de la investigación científica– como la conservación y explotación de los recursos naturales, la comprensión y utilización de los recursos del mar, y el estudio de la atmósfera, habló de la responsabilidad de controlar los efectos de los experimentos científicos:

> "…Puesto que cuando la ciencia investiga el medioambiente natural, también lo modifica, y esa modificación puede tener consecuencias incalculables tanto para bien como para mal… El Gobierno tiene la clara responsabilidad de ponderar la importancia de los experimentos a gran escala para el avance del conocimiento o para la seguridad nacional frente a la posibilidad de efectos adversos o destructivos. La comunidad científica debe ayudar al Gobierno a llegar a decisiones racionales y a interpretar estos temas para el público. Con el fin de tratar este problema, en el Gobierno hemos elaborado procedimientos formales que garantizan la revisión experta antes de emprender experimentos potencialmente arriesgados. Y haremos todo lo posible para publicar la información necesaria que permita el examen y el debate público de los experimentos propuestos por la comunidad científica antes de ser autorizados" (John F. Kennedy 1963)

No fue una coincidencia que la *National Science Foundation,* a partir de la década de 1970, incluyese en sus programas más investigación relacionada con las ciencias sociales y más investigación aplicada, como un medio de solucionar y satisfacer problemas sociales –fruto, en muchas ocasiones, de la investigación básica– y necesidades nacionales, puesto que al hacerlo aumentaban las posibilidades de obtener una mayor financiación de los responsables políticos (Bronk, 413).

El surgimiento de este tono crítico en el tratamiento público de la información científica, a menudo hostil a la ciencia misma y no sólo a sus efectos –en claro contraste con lo sucedido hasta ese momento-, se caracterizaba por su escasez de contenido científico.[81] Alvin M. Weinberg identifica cuatro grupos especialmente críticos con la ciencia, y vincula el clima de hostilidad que generaban con una posible disminución del apoyo de la sociedad hacia la ciencia y con la reducción del presupuesto estadounidense destinado a la ciencia –desde el 2,5% del producto nacional bruto, en 1965, al 2% en 1969. El primero de estos grupos estaría formado por una serie de periodistas sensacionalistas empeñados en desvelar supuestas maniobras irregulares de los científicos –afanados por obtener financiación para sus investigaciones–, lo que involucraría al propio sistema de políticas científicas y enturbiaría la empresa científica. Aunque lo cierto es que estos críticos pasaban por alto los mecanismos que legitimaban y avalaban dichas políticas científicas. Los miembros del segundo grupo sostenían que, con respecto a periodos anteriores, se había producido una merma de la relevancia de la ciencia en asuntos de interés público, puesto que entendían que no ofrecía respuesta a determinados problemas sociales –como aquellos relacionados con la población, la contaminación, la pobreza, y la paz–, algo que podría derivar en el debilitamiento del principal argumento en defensa del apoyo público a la ciencia básica. En tercer lugar estarían aquellos detractores de la tecnología que pedían una disminución o, en todo caso, una reorientación de la tecnología, debido a sus efectos secundarios perjudiciales. Por último, estaba el grupo de los abolicionistas, formado por jóvenes intelectuales, que consideraban la ciencia y la tecnología como

[81] Por otra parte, cuando se acudía a la ciencia como recurso narrativo en el ámbito de la ficción televisiva y cinematográfica –diferenciado, eso sí, del espacio propio de la popularización, aunque frecuentado por un público masivo-, las series y películas no sólo se caracterizaban por la pobreza e imprecisión de sus contenidos científicos, sino también por la imagen negativa que ofrecían de la ciencia y de los científicos, algo que preocupaba a la comunidad científica, puesto que se mostraba el progreso científico como peligroso y a los científicos como insensatos, torpes, e incluso malvados. En esta línea, en 1976 George Basalla estableció una distinción entre popularización científica y ciencia pop. La última poseería una audiencia mucho más numerosa que la primera, y estaría relacionada con la representación de la comunidad científica y de su trabajo en la cultura popular –propia de una serie de medios masivos como películas, cómics, dibujos animados, y series de televisión. En estos medios se presentaba habitualmente a los científicos como villanos que empleaban sus conocimientos para acabar con el héroe con el que se identificaba el público, o como individuos mentalmente inestables e irresponsables desde el punto de vista social. De este modo, debido a su naturaleza malvada o perturbada, o a una serie de circunstancias que se escapaban a su control, resultaba probable que el poder de la ciencia fuera usado en contra de la humanidad, y que los descubrimientos científicos fueran vistos como una amenaza para la vida humana y para la felicidad. Cuando no eran presentados como malvados, era frecuente que se les describiese como personas fácilmente manipulables debido a su carácter débil. Por otro lado, si se les mostraba como individuos que contribuían de forma positiva al bienestar social, era común describirlos como personajes extraños, excéntricos o desagradables, y aislados de la sociedad, con un aspecto físico caricaturesco. En ocasiones, la ciencia pop también se caracterizaba por ofrecer una imagen de la ciencia próxima a la magia. Por último, éstas pautas no eran propias de la ciencia ficción cuando se presentaba como un género literario –en libros y revistas- sino cuando era adaptada a otros medios como el cine o las series de televisión (Maugh, 37; Basalla, 261).

algo nefasto, de manera que abogaban por su desaparición. Lo dos últimos grupos estaban muy influenciados por posiciones como la expuesta por Rachel Carson, en las que se resaltaban los efectos negativos de la tecnología (Weinberg, 141).

En un ambiente como éste, en el que el debate social en torno a las consecuencias de la ciencia había adquirido ya una entidad considerable, algunas personas apelaron también a la responsabilidad social de los propios científicos, cuya función no debía limitarse exclusivamente a proveer de conocimiento a la sociedad, sino que debían asumir, en la medida de lo posible, un compromiso con el interés público en lo referente al uso dado a ese conocimiento. Un compromiso que se vería satisfecho mediante su participación en la tarea de informar al público sobre la ciencia y sobre los posibles efectos de un uso incorrecto de la misma (Russell, 391).

Por estas fechas se observó un recrudecimiento del interés en las pseudociencias, y posteriormente, en la década de 1970, los medios redujeron el espacio dedicado a la popularización, con la excepción del reservado a las noticias relacionadas con la medicina. Por otro lado, el clima de entendimiento que había predominado en las relaciones entre periodistas científicos y científicos, se vio alterado también por la actitud de una serie de periodistas que comenzaron a cuestionarse el papel de defensores de la ciencia a raíz de sus dudas respecto a los beneficios de la actividad científica, lo que les llevó a plantearse cuál debía ser su responsabilidad social a la hora de elegir los temas a tratar. Así, a partir de esta década, como resultado de ciertos desarrollos políticos y sociales, se amplió el espectro del perfil de los periodistas que tenían que tratar con la ciencia, lo que produjo, en parte, la ruptura del monopolio del que venían disfrutando cierto tipo de escritores científicos. Además de aquellos cuya especialidad no era la ciencia, algunos de estos nuevos periodistas que cubrían la información científica, pertenecían también a una generación que, a diferencia de buena parte de sus predecesores, o bien poseía una formación científica o habían cursado estudios universitarios en la especialidad de periodismo científico, y estaban interesados en tratar los aspectos políticos, económicos, sociológicos, y tecnológicos de la ciencia. Esta situación hizo que los resultados de la relación entre los escritores científicos y la comunidad científica fuesen menos fructíferos de lo que habían sido hasta entonces (Burnham, 198; Dunwoody 1980, 20).

Las circunstancias particulares de este periodo también afectaron al estilo de los “científicos visibles” en su contacto con los medios de comunicación:

> "En la actualidad, los científicos se hacen visibles principalmente, no por sus descubrimientos, o por su popularización, ni tampoco por su liderazgo en la comunidad científica, sino por actividades en el tumultuoso mundo de la política y la controversia. Aprovechándose con agresividad de los nuevos medios de comunicación, buscan ejercer influencia en la política y en la gente respecto a temas relacionados con la ciencia –sobrepoblación, drogas, ingeniería genética, energía nuclear, contaminación, genética y cociente intelectual, escasez de alimentos, escasez energética, control de armamentos. Sorteando los canales tradicionales para influir en la política científica, transmiten su mensaje directamente al público" (Goodell, 6).

En este sentido, a principios de la década de 1980, Philip Handler, presidente de la *National Academy of Sciences*, relacionaba esta faceta de los científicos con la pérdida de confianza pública en el valor último de la empresa científica, con el aumento de la incertidumbre respecto a las consecuencias beneficiosas de la investigación científica, y con las crecientes dudas sobre el progreso ligado a la ciencia, a lo que se sumaba la proliferación de movimientos anticientíficos y antirracionalistas. A su juicio, la participación de los científicos en la política pública contribuyó a la deformación de la imagen de la ciencia y de los científicos. De esta manera, el malestar de algunos sectores del público, motivado por el posible riesgo de ciertos desarrollos tecnológicos, tendría su origen en las aseveraciones, sobre dichos riesgos, de algunos miembros de la propia comunidad científica. Así pues, Handler identifica como problema la confusión del papel del científico, en tanto que científico, con el del papel del científico como ciudadano, entre su código ético como científico y su obligación como ciudadano. Una confusión que desdibuja las fronteras entre las cuestiones intrínsecamente científicas y las intrínsecamente políticas, de forma que la propia ideología del científico enturbiaría en este caso el debate científico. De este modo los científicos asumirían una función más propia de aquellos encargados de la toma de decisiones políticas, cuyas resoluciones no sólo se sustentan en la información proporcionada por los científicos, sino también en juicios de valor determinados por sus posiciones ideológicas. Es así que Handler propone el regreso de los científicos a la ética y a las normas de la ciencia con el fin de que los procesos políticos pudieran proseguir con mayor confianza:

> "El público puede preguntarse por qué no sabemos todavía aquello que parece fundamental para tomar una decisión –pero la ciencia sólo conservará la estima del público si admitimos firmemente

la envergadura de nuestras incertidumbres y después reivindicamos la necesidad de más investigación. Y perderemos esa estima si fingimos o si nos expresamos como si toda la información y la comprensión necesarias estuvieran en nuestras manos. Los científicos sirven mejor a la política pública siguiendo la ética de la ciencia, no la de los políticos… En resumen, la comunidad científica tiene el reto de lograr ser vista como constructiva con relación a los problemas reales, franca, próxima, honesta, y valiente –no como intimidada, como tantas veces ha sido durante la última década" (Handler, 1093).

2.9. EL FLORECIMIENTO DE UNA NUEVA ETAPA EN LA POPULARIZACIÓN DE FINALES DE LOS AÑOS 70

No sería hasta finales de la década de 1970 cuando la popularización experimentó un nuevo florecimiento. En ese momento aparecieron nuevas revistas de ciencia popular y se renovaron otras ya existentes. Su nivel de rigor y seriedad a la hora de tratar la información científica era diverso, dado que no todas tenían los mismos objetivos editoriales, ni el perfil del público al que se dirigían era siempre el mismo. Posteriormente, a principios de la década de 1980, se viviría otra etapa de creación de nuevas revistas. En total, entre 1977 y 1986, se crearon 20 revistas, más de 60 secciones de periódicos, y 17 programas de televisión dedicados a la ciencia popular, algo que llevó a algunos comentaristas a hablar de un boom de la popularización capaz de "abrir una brecha en el muro que separaba las producciones dirigidas a audiencias específicas de aquellas pensadas para el consumo masivo de una audiencia general cuyos miembros sólo tenían en común su supuesto interés por la ciencia" (Lewenstein 1987c, 12). En vista de esta proliferación todo parece indicar que existía realmente un interés en la ciencia y una demanda pública de más información científica, algo que parecían atestiguar los sondeos realizados por los editores de algunas de las nuevas revistas, quienes confiaban en que si una publicación como *Scientific American* –considerada como un referente– tenía una circulación de 700000 ejemplares, era posible captar para sus publicaciones a un potencial público lector interesado en la ciencia pero carente

del nivel de conocimientos necesario para comprender los artículos que aparecían en aquella (Bennett, 10).[82]

Lewenstein expone algunas de las causas que, a su juicio, contribuyeron a este aumento de la popularización –promovido fundamentalmente por los periodistas, y posteriormente apoyado por la comunidad científica–, dirigida a una audiencia masiva en una época en la que algunas de las noticias más importantes que aparecían en los medios estaban relacionadas con la ciencia. En primer lugar, se trataba de una audiencia que estaba mejor preparada que nunca, constituida por la primera generación de trabajadores de clase media y alta que habían recibido una educación generalizada en ciencia y tecnología, y que estaba interesada en obtener información en un momento en el que se hallaban en pleno apogeo asuntos como la carrera espacial, la guerra contra el cáncer, los problemas medioambientales, y la crisis energética. Una generación que era fruto del aumento de natalidad producido en tiempos de la Segunda Guerra Mundial. En segundo lugar, los editores de revistas y las agencias de publicidad estaban interesados en crear publicaciones dirigidas a captar audiencias bien definidas, donde poder publicitar productos específicos para esos grupos concretos, si bien es cierto que en el caso de los lectores de revistas de ciencia no estaba muy claro, debido a su diversidad, qué productos eran los más adecuados para ser publicitados. Por último, el auge pudo tener lugar, en parte, debido a un efecto en cadena generado por los propios periodistas al comprobar y difundir el éxito y las posibilidades de financiación que tenían en ese momento las incursiones en el terreno de la popularización de la ciencia (Lewenstein 1987b, 30).

El boom de las revistas y, sobre todo, de las secciones de periódicos dedicadas a la ciencia duró más tiempo que el de los programas de televisión, y aunque las revistas *SciQuest* y *Technology* quebraron en 1981, todavía era prematuro hablar de crisis en el ámbito de las revistas. Por el contrario, entre 1981 y

---

[82] Bennett se hace eco de los proyectos de publicación de cuatro revistas –*Science 80*, *Science Digest*, *Science Illustrated*, y *Universe*- que tenían previsto su lanzamiento al mercado entre los últimos meses de 1979 y los primeros de 1980, aunque finalmente sólo vieron la luz las dos primeras. Salvo *Science 80*, publicada por la AAAS, el resto formaba parte de los planes de editoriales relacionadas con corporaciones mediáticas. A pesar de que no existía ningún consenso entre sus promotores, todos ellos compartían ciertas ideas sobre los contenidos y los colaboradores que debían caracterizar a este tipo de publicaciones. Los artículos principales serían redactados por escritores de ciencia profesionales, aunque se incluirían columnas de científicos con buen estilo literario. Entre los contenidos habría explicaciones relacionadas con investigaciones científicas y ensayos sobre las repercusiones políticas y sociales de la ciencia moderna, todo ello acompañado de abundantes ilustraciones y evitando la notación matemática. Y, finalmente, se trataría de transmitir el entusiasmo, la fascinación, y la emoción de la ciencia, procurando eludir otros aspectos de las prácticas investigadoras como las rutinas cotidianas, la frustración y la ansiedad (Bennett, 14).

1982, la desaparición de algunos programas de televisión derivó, un año más tarde, en la ausencia de producciones de programas dedicados a la ciencia en las principales cadenas de televisión. A partir de 1984, los ingresos por publicidad comenzaron a disminuir en revistas que dependían de ellos para su financiación, lo que provocó la desaparición en 1986 de dos de las más representativas, *Science 86* y *Science Digest* –publicadas, respectivamente, por la AAAS y por la corporación de medios de comunicación de carácter privado *Hearst*. Este hecho alimentó entre los propios medios la sensación de crisis del sector –lo que les llevó a manifestar públicamente su preocupación y a hablar del final del boom–, y provocó una falta de anunciantes que Lewenstein vincula a un apoyo vacilante de las organizaciones científicas y a la inseguridad de los periodistas científicos ante esta situación.[83] Junto a la disminución de los ingresos publicitarios, este autor afirma que su forma de presentar la ciencia también pudo influir en la desaparición de algunas revistas y programas, como consecuencia de no adaptar suficientemente la información a los lectores y de no explicar cómo podía afectar la ciencia expuesta a su vida cotidiana. Así, es posible que sus responsables se equivocasen al considerar que la ciencia resultaría interesante por sí misma para todo tipo de lector, o que inevitablemente cualquiera apreciaría su valor sin necesidad de adaptar los contenidos a las circunstancias e intereses propios de los lectores.

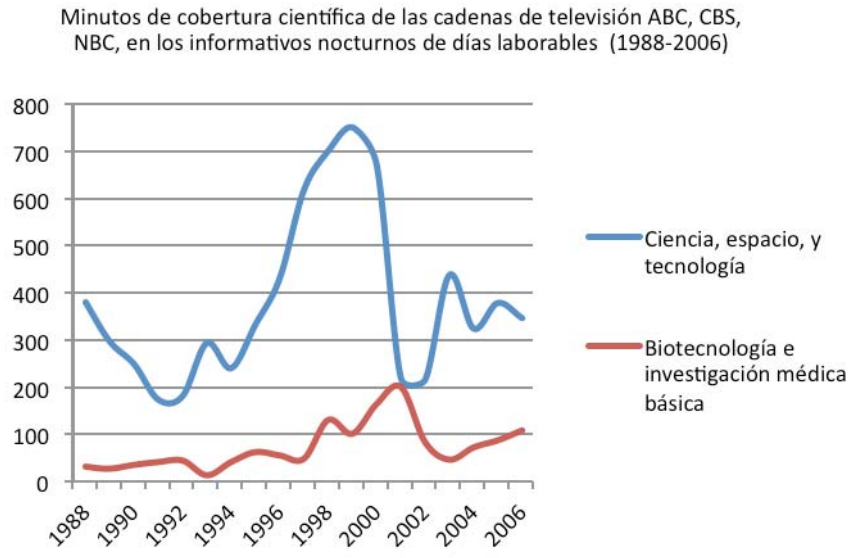
Pero según Lewenstein no hay evidencia de que esta decadencia del mercado de revistas de popularización se debiera a una falta de interés del público o a un cambio de su imagen de la ciencia. Por el contrario, las secciones semanales de ciencia de los periódicos se triplicaron en esos dos años, atrayendo tanto a lectores como a anunciantes. Tampoco hay evidencia de que esta situación significase el final del boom en la popularización, puesto que otras revistas siguieron publicándose sin problemas –principalmente aquellas dirigidas a un público con intereses específicos–, se crearon nuevas e, incluso, la televisión comercial –aunque no puso en marcha durante este tiempo ningún programa de ciencia importante– incluía secciones de ciencia en programas de interés general, mientras que la pública continuó emitiendo nuevas series de programas de ciencia, a pesar de los problemas de financiación que conllevaban (Lewenstein 1987b, 39; Lewenstein 1987c, 12).

---

[83] En los casos de *Science 86* y de *Science Digest*, no fue la falta de lectores lo que causó su desaparición, sino más bien el exceso. Cuando cesaron su publicación tenían 720000 y 590000 lectores, respectivamente, algo que pudo jugar en su contra ya que, según algunos estudios de mercado, la ausencia de un público bien definido, provoca que el mantenimiento de una revista sea más costoso si tiene cifras de circulación muy elevadas, de forma que hubiesen resultado más viables con un número de lectores en torno a 300000 (Lewenstein 1987b, 35; Lewenstein 1987c, 12).

La siguiente gráfica ilustra la continuidad de la tendencia a la baja de la importancia otorgada a la cobertura de noticias científicas en los informativos nocturnos de tres importantes cadenas de televisión estadounidenses a finales de la década de 1980, una tendencia que sólo comenzaría a invertirse a partir de 1992. La gráfica muestra los minutos dedicados a dos grandes áreas temáticas –la ciencia, la tecnología, y el espacio, por un lado, y la biotecnología y la investigación médica básica, por el otro–, en los informativos nocturnos de los días laborales de estas cadenas.

Gráfica 1



Los datos muestran que de los aproximadamente 15000 minutos anuales de información de los que disponen los informativos mencionados, la suma total de los dedicados a dichas áreas, durante el periodo comprendido entre 1988 y 2006, es de 8691, lo que representa un 3% del total de tiempo disponible (Science & Engineering Indicators 2008, 7-13).[84]

[84] La primera de las áreas incluye los vuelos espaciales, tripulados o no, la astronomía, la investigación científica, la informática, Internet, y las telecomunicaciones, pero no incluye la ciencia forense, las matemáticas, y los contenidos sobre educación en ciencia y matemáticas en las escuelas. A su vez, la segunda incluye cuestiones como las células madre, la clonación, la investigación genética, y la bioingeniería agropecuaria, y excluye las historias relacionadas con la investigación clínica y la tecnología médica.

Los medios de comunicación no eran la única vía de acceso de los legos a la información científica. Además de la educación científica, formal e informal, financiada por instituciones educativas, o de cursos financiados por el estado y por Gobiernos Federales, las sociedades científicas profesionales habilitaron salas de prensa para los periodistas, subvencionaban cursos sobre medios de comunicación a los científicos, organizaban congresos para reunir a científicos y a funcionarios públicos, y publicaban revistas de circulación masiva. El Gobierno también publicaba informes y publicaciones periódicas gratuitas o de bajo coste con información científica sobre diversas áreas. Y existían grupos de presión sobre temas concretos, y organizaciones de científicos con inclinaciones políticas que trataban de llamar la atención del público presentando determinadas informaciones bajo su enfoque político. Por otro lado, algunas organizaciones sin ánimo de lucro y fundaciones filantrópicas financiaban proyectos sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad. Se organizaban exposiciones, y los museos de ciencia de las grandes ciudades atraían al 40% del total de los visitantes de todos museos (Branscomb, 7).

2.10. LOS PRIMEROS VÍNCULOS ENTRE LA POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LOS ESTUDIOS DE PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

Como ya hemos visto, a partir de mediados de siglo las instituciones científicas comenzaron a advertir con mayor intensidad la necesidad de crear sus propias oficinas de relaciones públicas con el fin de obtener el reconocimiento de su labor, convirtiéndose así en una de las principales vías de popularización de la ciencia. La función de las relaciones públicas de la ciencia se asoció con la imagen general de la ciencia y con la actitud hacia ella, dejando en un segundo plano el contenido o mensaje transmitido.

Cuando en la década de 1970 los estudios realizados para medir las actitudes del público hacia la ciencia comenzaron a arrojar resultados desfavorables, muchos consideraron que era debido a un fracaso de la popularización, y comenzaron a temer las posibles consecuencias negativas de una imagen adversa, como la disminución de la financiación, y el descenso de vocaciones científicas entre los jóvenes, que podían afectar a la productividad de la investigación.

Con el tiempo, este tipo de estudios irían introduciendo nuevos parámetros con el propósito de obtener más información, no sólo de las actitudes del público, sino también de su conocimiento y comprensión de la ciencia, como veremos más adelante. También contribuyeron a difundir la clasificación de tres categorías de público en relación a su nivel de información e interés en la ciencia y la tecnología: el público 'atento' (informado e interesado), el público 'interesado' (con un bajo nivel de información), y el público residual (ni informado ni interesado). Los integrantes de las dos primeras categorías consumían la mayor parte de los productos de la popularización (Burnham, 212).

Las tablas siguientes muestran una comparación entre las pautas de consumo del público atento y del interesado con relación a ocho revistas y tres programas de televisión sobre divulgación, y a tres revistas y tres programas de televisión sobre información general, en el año 1981 (Miller, J. 1986, 64).

Tabla 1

% Seguimiento regular de revistas –de divulgación y de información general- por tipo de público (1981)

	Público atento	Público interesado
National Geographic	31	17
Psychology Today	10	5
Science	8	6
Omni	8	3
Discover	6	3
Scientific American	6	2
Science Digest	4	3
Science 81	3	2
Al menos una de los anteriores	50	27
Time	32	21
Newsweek	28	14
U.S. News & World Report	22	11
Al menos una de las tres anteriores	53	30

Tabla 2

% Seguimiento regular de programas de televisión –de divulgación y de información general- por tipo de público (1981)

	Público atento	Público interesado
National Geographic Specials	45	29
Walter Cronkite's Universe	24	22
Nova	22	6
Al menos uno de los anteriores	59	40
Evening News	72	75
Morning News	24	31
ABC's Nightline	22	31
Al menos uno de los tres anteriores	78	81

En buena medida la proliferación de estos estudios se debió a que en la década de 1960 se hizo frecuente el uso de la expresión 'alfabetización científica' en los círculos relacionados con la popularización. El concepto de alfabetización científica comenzó a cobrar relevancia a partir de la Segunda Guerra Mundial. En aquel momento se asoció en primer lugar con la política científica –entendida ésta como el principal punto de contacto entre la ciencia y la sociedad–, de modo que su vinculación generalizada con la comprensión de la ciencia se produjo posteriormente. Se trata de una

expresión cuyo origen se encuentra en el ámbito de la educación, y mediante la cual los educadores hacían referencia a los objetivos de la educación científica, al identificarla como la clave para la productividad industrial en un mundo técnico. Fue en la década de 1960 cuando la comunidad educativa amplió la significación del término al relacionarlo con el objetivo de la educación científica para todos, especialmente para los estudiantes en general. En las fechas posteriores al lanzamiento del *Sputnik I* no sólo se produjo un incremento de la publicación de información científica en el ámbito del periodismo científico, sino que también se avivó el interés por la alfabetización científica entre la comunidad científica estadounidense, en aras de un mayor progreso de la ciencia de su país, sustentado en la comprensión pública y en un sólido programa de educación científica. De hecho, se han identificado los años comprendidos entre 1957 y 1963, como el periodo de legitimación del concepto. Aunque lo cierto es que no existía un acuerdo sobre lo que era realmente la alfabetización científica, ni sobre qué conocimientos debía poseer una persona para ser considerada alfabetizada científicamente. En los años posteriores se propusieron tantas interpretaciones de la misma que, según algunos autores, el concepto adquirió un significado muy general en los círculos vinculados a la educación científica, una circunstancia que pudo mermar la pérdida de utilidad de esta noción. Algunos sectores establecían un paralelismo con la alfabetización básica de leer y escribir, como una capacidad para comprender y para actuar en consecuencia. Otros seguían la descripción original dada por James Conant, que la identificaba con la capacidad de comunicarse de forma inteligente con los expertos en un mundo basado cada vez más en la experticia. Y si algunos la relacionaban con el conocimiento de contenidos y hechos concretos de la ciencia, otros la vinculaban más a ciertas actitudes hacia la misma, como vernos más adelante. Posteriormente, a principios de la década de 1980, la alfabetización científica suscitó un nuevo interés como consecuencia de ciertos síntomas de debilidad que amenazaban a la competitividad económica y científica de Estados Unidos en el panorama internacional, y de la percepción generalizada de una crisis en la educación científica del país (Burnham, 219; Laugksch, 72; Shamos, 85).

Llegados a este punto consideramos necesario llevar a cabo un análisis más detallado de la evolución de los estudios de percepción pública de la ciencia con el fin de mostrar su interrelación con la comunicación pública de la ciencia y su influencia en la dirección adoptada por ésta durante las últimas décadas, propósito al que dedicaremos el cuarto capítulo de este trabajo.

PARTE II

Cuestiones teóricas sobre la popularización científica, la comprensión y la comunicación pública de la ciencia

3. PROBLEMAS CONCEPTUALES DE LA POPULARIZACIÓN CIENTÍFICA

3.1. LA POPULARIZACIÓN CIENTÍFICA: DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y PERIODISMO CIENTÍFICO

Son diversos los conceptos que se suelen emplear para referirse a las prácticas mediante las que se pretende hacer partícipe al público no especializado del conocimiento científico: 'periodismo científico', 'divulgación de la ciencia', 'difusión científica', 'popularización de la ciencia', 'comunicación científica', 'comunicación pública de la ciencia'. Su uso en este contexto tiene la finalidad de designar la transmisión de conocimiento científico desde una fuente que lo posee a un receptor que carece de él. Ahora bien, teniendo en cuenta las múltiples variables que pueden intervenir en dicho proceso, creemos conveniente definir el campo de acción propio de cada uno de ellos.

La difusión científica engloba toda transmisión de conocimiento científico, tanto la que va dirigida a un público lego como la que se refiere a los procesos de comunicación entre especialistas, designados por la expresión 'comunicación científica'. Ni la 'difusión científica' ni la 'comunicación científica' serán objeto de análisis en el presente estudio, la primera resulta ser un concepto general que no designa sólo un proceso comunicativo dirigido al público no especialista sino que abarca también la comunicación interna propia de cada disciplina científica, razón, esta última, que excluye del análisis a la 'comunicación científica'. Con la expresión 'popularización de la ciencia' nos referiremos al 'periodismo científico' y a la 'divulgación científica' cuando hablemos de ellos de forma indistinta, sin profundizar en las diferencias que caracterizan a ambas actividades.

Por lo tanto, la confusión queda restringida a tres términos; 'periodismo científico', 'divulgación científica', y 'comunicación pública de la ciencia', principalmente a los dos primeros. De todos ellos existen múltiples definiciones, lo que contribuye a aumentar la confusión. Las actividades a las que se refieren son procesos complejos que comparten un mismo fin inicial y difieren en los medios que disponen para conseguirlo. El fin es hacer llegar al público el conocimiento científico de manera alternativa a la educación formal, adoptando para ello diferentes prácticas en cada caso.

La popularización se propone realizar una labor mediadora que trata de acercar la ciencia a una parte mayoritaria de la sociedad, carente tanto de los conocimientos apropiados para acceder por sí sola a su

comprensión, como de la información suficiente para calibrar las consecuencias que genera. La ciencia se sirve del método científico para relacionarse con la realidad en busca de información, se trata de una relación de distinta naturaleza que la que establece el pensamiento no científico con esa misma realidad. Así mismo, la ciencia se estructura sobre la base de normas y procedimientos propios y genera una red de interacciones a su alrededor que se extiende más allá de su propio ámbito, penetrando en la sociedad. Los ciudadanos se ven afectados no sólo por sus resultados teóricos y prácticos de carácter inmediato, sino también por las posibilidades de transformación del mundo que conlleva, pero para tener una idea tangible de lo que está en juego necesitan comprender realmente qué significa la ciencia y cuáles son sus repercusiones.

La popularización pretende establecer conexiones entre el público y la ciencia, bajo la premisa de que, si bien existe una expansión ineluctable de esta última en la sociedad, se produce, a su vez, un distanciamiento cognitivo que la mantiene alejada de aquel y que parece acrecentarse conforme va ampliando su posición. En los últimos años se constata un hecho paradójico, puesto que a pesar de que los desarrollos tecnológicos de la ciencia han permitido una gran expansión de los flujos informativos, "...esto no ha significado necesariamente un acercamiento entre el conocimiento y el público, ni mayor comprensión y participación por parte de los sectores desfavorecidos, ni mejores manejos de información" (Delgado y Quevedo, 106).

En los siguientes apartados expondremos las características propias de la divulgación y del periodismo científico, pero nos centraremos especialmente en las de este último, con el doble objetivo de definir dicha actividad y enfatizar, a su vez, las semejanzas y las diferencias con la divulgación científica. Se trata de actividades que comparten muchas similitudes –lo que permite agruparlas bajo el término genérico de *popularización científica*–, pero es necesario reseñar con claridad aquellas particularidades propias de una y otra, así como las competencias que es legítimo atribuirles y los resultados que cabe esperar de ellas, con el fin de obtener el máximo rendimiento a la hora de ponerlas en práctica.

Consideramos que el análisis de las estrategias comunicativas que se han puesto en marcha hasta el momento, así como la identificación de los diversos factores que determinan la información que llega al público, puede contribuir a subsanar las posibles deficiencias que afectan al tratamiento de los contenidos y a los métodos empleados para transmitirlos.

Al optar por hacer especial hincapié en las peculiaridades del periodismo científico, confiamos en que al hacerlo se pongan de manifiesto las coincidencias y divergencias que existen en entre él y la divulgación. En apartados posteriores emplearemos el término 'popularización de la ciencia' de forma genérica para analizar algunos de los problemas que afectan a ambas prácticas indistintamente. Por lo que respecta a la 'comunicación pública de la ciencia', ofreceremos una caracterización de la misma en el último capítulo de este trabajo.

3.1.1. La divulgación científica

A diferencia de lo que sucede en el periodismo científico, la divulgación no es una actividad realizada casi exclusivamente por periodistas, sino que es practicada por un amplio espectro de agentes. Lo más común es que estos sean científicos o periodistas especializados, pero también es habitual encontrar divulgadores con formaciones muy diversas, como filósofos, historiadores, sociólogos de la ciencia, economistas, etc.

Se trata de una tarea que se sirve de distintos canales comunicativos para hacer llegar la ciencia al público: suplementos semanales en prensa diaria, revistas especializadas, programas de radio y televisión, Internet, libros, documentales, museos, planetarios, conferencias, etc. Son espacios en los que se dedica una atención exclusiva a la transmisión de conocimientos relacionados con la ciencia, y se emplean estrategias de comunicación programadas en las que no es habitual la improvisación debida a presiones de tiempo y espacio –como las que afectan al periodismo científico–, lo que permite elaborar con mayor detenimiento y profundidad la información.

La divulgación no centra la atención de forma preferente en noticias de actualidad o de interés inmediato, sino que su campo de acción es tan extenso como pueda serlo el ámbito de los conocimientos científicos y el conjunto de relaciones –de distinta naturaleza– que componen la realidad de la ciencia. Es una actividad que debe trascender la mera información de contenidos científicos, tratando de tejer una red contextualizadora que facilite distintas conexiones entre el público y la ciencia, con el propósito de proporcionar los suficientes puntos de apoyo para que el profano pueda comprender esta última con una perspectiva lo suficientemente amplia.

Además, requiere del público un mayor interés por acercarse a ella que el requerido por el periodismo científico. Los medios empleados por este último alcanzan con mayor facilidad a la audiencia que los empleados por la divulgación, esto se debe a que el periodismo científico se inserta dentro del periodismo general y muchas personas reciben noticias científicas de forma indirecta junto a noticias de información general. Sin embargo, la divulgación, al presentarse de forma independiente y en un contexto, por lo general, exclusivo de contenidos científicos, requiere cierta voluntad de acercamiento por parte del público.

Desde los espacios divulgativos se ponen en marcha distintas estrategias con el fin de captar la atención de sus destinatarios, sin embargo, bajo determinadas circunstancias, no son únicamente los divulgadores los que toman la iniciativa para establecer contacto con el público, sino que es éste el que demanda información, se trata de un fenómeno unido a las llamadas crisis científicas, o situaciones en las intervienen posibles factores de riesgo –o su percepción por parte del público– que afectan a distintos ámbitos de la vida.

La ciencia actual se caracteriza por su fraccionamiento en grupos cada vez más especializados, cuyos miembros son conocedores de códigos puntuales, no ya de su disciplina, sino de su especialidad. Mientras tanto, el público potencial de la divulgación, al igual que el del periodismo, engloba a todos los miembros de la sociedad, incluidos los propios científicos –siempre y cuando no esté en juego su campo de investigación. Por tanto, los divulgadores también se enfrentan al problema de dirigirse a una gran variedad de receptores, de tal manera que tendrán que adaptar sus medios a diferentes grados de recepción, algo que los periodistas científicos, como veremos a continuación, no pueden hacer. En este sentido, Bienvenido León sostiene que "...no toda divulgación va dirigida a los mismos destinatarios, ni utiliza los mismos medios de difusión. Por el contrario, cabe distinguir diferentes niveles de divulgación" (León, 40).

3.1.2. El periodismo científico

El periodismo científico es una actividad que transmite información científica desde los medios de comunicación, principalmente a través de la prensa, la radio, la televisión, e Internet. La divulgación de la

ciencia también hace uso de este tipo de medios, pero recurre además a otros que quedan fuera del campo de acción del periodismo científico. Habitualmente se tiende a utilizar ambos términos indistintamente, lo que conlleva el riesgo de olvidar las particularidades inherentes a las prácticas que designan cada uno de ellos, y provoca una pérdida de las ventajas comunicativas que ofrecen sendas alternativas. El tratamiento indiferenciado del periodismo científico y de la divulgación de la ciencia, no sólo implica la confusión de las posibilidades propias de cada una de estas actividades, sino que supone no tener en cuenta que lo que en una pueden ser ventajas en la otra pueden constituir serios inconvenientes.

Podemos distinguir cuatro características que vertebran el periodismo científico: a) el espacio restringido del que se dispone para plasmar la información, b) el estrecho margen de tiempo que posee el periodista para elaborar la información desde que la fuente ofrece la noticia hasta que éste la redacta, c) el seguimiento de temas de actualidad, y d) el público heterogéneo e indiferenciado al que va dirigida la información.

En el caso de la divulgación científica, se amplían los márgenes del espacio y del tiempo y, en ocasiones, puede orientarse a un público u otro en función de los conocimientos que éste posea.

Ambos pueden llevarse a cabo en la prensa, radio, televisión, e Internet, pero siguiendo pautas distintas. En el caso de periodismo científico, los espacios que le son propios son la prensa diaria y los informativos de radio y televisión. El campo de acción de la divulgación es más amplio ya que no está tan constreñida por el seguimiento de la actualidad, además de poder permitirse licencias imposibles para el periodismo, como la contextualización rigurosa de los temas que trata. Por otra parte, a diferencia de lo que sucede con el periodismo, no es exclusiva de los medios de comunicación. Los formatos de la divulgación incluyen revistas, suplementos especiales o semanales, libros, páginas Web, exposiciones, museos, conferencias, documentales, y programas especializados de radio y televisión. Incluimos dentro del ámbito de la divulgación los suplementos semanales sobre ciencia publicados en la prensa diaria por no estar sometidos a las mismas limitaciones que el periodismo diario, y por disponer de un mayor margen de espacio y tiempo, y de más libertad a la hora de informar sobre temas diferentes de los que vienen impuestos por la actualidad. Además, como afirma Milagros Pérez Oliva "... la periodicidad semanal de los suplementos no permite tratar adecuadamente los temas de máxima actualidad" (Pérez Oliva 1998).

Por lo tanto, al hablar de periodismo científico nos referiremos al tratamiento que los periodistas –incluyendo tanto los especializados en temas científicos como los que no lo están, dado que no todos los medios cuentan en su plantilla con profesionales dedicados en exclusiva a esta labor–, dan a la información científica en la prensa , la radio, la televisión, e Internet, bajo unas condiciones específicas, principalmente premura de tiempo, restricción de espacio, temas de actualidad, y público heterogéneo e indiferenciado.

3.1.2.1. Los géneros periodísticos y el periodismo científico

La información científica puede presentarse al público desde diversas perspectivas que muestran aspectos diferentes de la ciencia: contenidos científico-tecnológicos, organización social de las instituciones científicas, política científica, consecuencias sociales de la ciencia, etc. A la hora de elaborar la información, estos enfoques tienen que ser adaptados al tipo de narración que es propia del periodismo. En este sentido, podemos hablar de tres modos de narrar la realidad, conocidos como géneros periodísticos: información, interpretación, y opinión. A su vez, dependiendo de cómo se presenta la información, estos géneros se dividen en distintos formatos como son, entre otros, la noticia, el reportaje, la entrevista, la crónica, el artículo, la columna, el editorial, y la crítica. Las 'normas' que regulan el uso de estas formas narrativas constituyen uno de los factores que contribuyen a configurar la imagen de la ciencia transmitida por el periodismo científico.

El género informativo adopta la noticia como formato clave, la noticia es exclusiva del periodismo y no puede estar disociada de él. Fernández Beaumont se refiere a este género aplicado a la ciencia con las siguientes palabras:

> "...se sitúa en lo que es la información básica, pura. Es decir, el flash, la primera referencia esencial, la denotación, el hecho científico en sí mismo desprovisto de interpretaciones y opiniones. …prima la despersonalización del codificador. En este sentido la noticia científica responde a la estructura básica de la noticia en general, es decir, dar contenido a las preguntas Qué, Quién, Cómo, Cuándo, Dónde y Por qué" (Chaparro, 47; Fernández Beaumont, 80).

Es frecuente dentro de la práctica periodística ordenar la información dentro de la noticia siguiendo la estructura de lo que se conoce como la pirámide invertida, que consiste en distribuir los datos de tal forma que los más importantes se sitúen al principio descendiendo en orden de importancia hasta el final, tal y como explica Sharon M. Friedman:

> "El noventa por ciento de todas las noticias se escribe siguiendo esta estructura, que depende en alto grado del comienzo o de la frase inicial. Los editores les dicen a los reporteros que recurran a una frase inicial que capte la atención, algo que atrape a la audiencia en la historia. Sin embargo, la primera frase también debe ser simple y no demasiado larga. A menudo resulta difícil tratar de hacer todo esto con un tema científico, y suscita las acusaciones entre los científicos de exceso de simplificación y distorsión. La frase inicial va seguida de datos escritos en orden descendiente de importancia. El material muy detallado se sitúa al final de la historia o no es incluido en absoluto" (Friedman, 23).

En la actualidad se proponen otras alternativas a la pirámide invertida, como la ordenación cronológica de los acontecimientos. La noticia se caracteriza por la actualidad de su contenido, Martínez Albertos la define como "un hecho verdadero, inédito o actual, de interés general que se comunica a un público que puede considerarse masivo, una vez haya sido recogido, interpretado y valorado por los sujetos promotores que controlan el medio utilizado para la difusión" (Martínez Albertos, 37). ¿Pero cuál es el criterio que emplea el medio a la hora de decidir qué es lo que da el valor informativo a una noticia, así como para determinar la importancia de unos datos sobre otros dentro de ella? David Resnik destaca tres de las posibles respuestas: el valor social, el interés para el público, y su adecuación temporal (Resnik 1998).

El género interpretativo se origina en los años cincuenta con el propósito de trascender el mero relato descriptivo de los hechos ofrecido por la noticia, en él los periodistas aportarán su propio análisis. Los textos interpretativos tratan sobre hechos que con anterioridad han sido noticia, ofrecen datos antecedentes que permiten relacionar el presente con el pasado, y realizan una valoración que intenta extraer las consecuencias del acontecimiento, proporcionando una explicación de lo que en el género anterior era mera información. En este género destacan tres tipos de textos o formatos: el reportaje, la

crónica y la entrevista. Fernández Beaumont lo considera el género más adecuado para la divulgación de mensajes científicos, puesto que posibilita el despliegue de las máximas capacidades personales, lingüísticas, e instrumentales del periodismo (Fernández Beaumont, 82).

El reportaje es el texto más representativo del género interpretativo científico y, a juicio de Manuel Calvo, resulta un instrumento decisivo para hacer llegar al público el conocimiento, puesto que añade a la información y al contenido narrativo las peculiaridades del periodista, como "su cultura, su sensibilidad, su capacidad de atracción, de sugestión y de explicación". A diferencia de la noticia, puede referirse a hechos que no son de actualidad en sentido estricto. Su estructura y el meticuloso proceso de elaboración que conlleva, hacen que su presencia sea propia de suplementos especiales, revistas, ensayos, o programas de radio y televisión. Carlos Elías distingue seis tipos de reportajes: corto o de acontecimiento, con profundidad, interpretativo, de investigación, de historia humana, y mixto. A su vez, Sergio Prenafeta subraya que, a diferencia de otros formatos, en la elaboración de un reportaje es habitual la colaboración entre diferentes periodistas, lo que posibilita la creación compartida. La exigencia de un tiempo de preparación y de un espacio de publicación amplios lo hacen más afín a la divulgación que al periodismo científico, tal y como hemos diferenciado estos términos al comienzo de este capítulo (Calvo 1997, 133; Calvo 1990, 100; Elías, 170; Prenafeta, 159).

El género de opinión manifiesta abiertamente la ideología del medio de comunicación, si se trata de un editorial, o la postura del autor ante un determinado tema, si se trata de un artículo, de una columna o de una crítica. Es un género en el que se refuerzan las informaciones de actualidad con juicios de valor de especialistas con la pretensión de dar mayor credibilidad a la información (Fernández Beaumont, 86).

El formato de opinión más habitual en cuestiones científicas es el artículo, que suele estar escrito por un especialista o protagonista de algún hecho relevante, en el que se pone de manifiesto la valoración del autor sobre un determinado tema así como su dominio sobre el mismo.

3.1.2.2. Las fuentes del periodismo científico

El periodista obtiene las informaciones de diversas fuentes –ya sean individuos o instituciones– de

carácter nacional e internacional. Existen diferentes criterios a la hora de clasificarlas, uno de ellos es el que distingue dos categorías; primarias y secundarias. Las fuentes primarias son aquellas que los propios científicos usan para obtener información en su ámbito profesional: redes establecidas de comunicación entre científicos –por lo general informáticas–, congresos, coloquios, seminarios, y revistas científicas. Dentro de las secundarias se incluirían el resto de fuentes utilizas por el periodista para obtener información: agencias informativas, universidades, centros de investigación, asociaciones científicas, investigadores, libros, revistas, bibliotecas, bases de datos, ministerios, embajadas, organismos internacionales, empresas industriales, etc. En la actualidad, la mayoría de estas fuentes como las universidades, centros de investigación, organismos internacionales, embajadas y empresas, poseen gabinetes de comunicación o de relaciones públicas que son los encargados de distribuir la información de las instituciones a las que representan (Ruiz de Elvira, 96; Calvo 1977, 165; Prenafeta, 221).[85]

A pesar de que la fiabilidad es un requisito fundamental que deben cumplir las fuentes de las que se nutre el periodista científico, este debe contrastar las informaciones que le suministran con el fin de salvaguardar el valor de la objetividad periodística. La actividad científica no es ajena a una serie de intereses económicos, comerciales, personales, o corporativos, que se generan a su alrededor en busca de publicidad, notoriedad y reconocimiento, y que aprovechan la difusión que proporcionan los medios de comunicación. Las fuentes nunca son totalmente puras y desinteresadas, puesto que todas ellas reflejan en su actividad, en mayor o menor medida, sus intereses particulares. Por ello resulta imprescindible que el periodista cuente con el mayor número posible de recursos para poder calibrar el verdadero alcance de las informaciones recibidas (Ruiz de Elvira, 99). Pero no es una labor sencilla, como lo demuestran las palabras de Hartz y Chappell:

> "Los periodistas, que tienen como ocupación explicar los diferentes argumentos científicos a su público, rara vez tienen el tiempo para determinar por sí mismos la credibilidad de los argumentos o pruebas que se ofrecen en uno y otro sentidos. Consecuentemente, los propios periodistas

[85] Carlos Elías menciona otros criterios de clasificación de las fuentes: fuentes periodísticas o 'interesantes'/fuentes interesadas, fuentes exclusivas/fuentes compartidas, fuentes citables/fuentes anónimas, fuentes ocasionales/fuentes fijas. Además este autor realiza un detallado recorrido por un buen número de fuentes científicas de carácter nacional e internacional, señalando algunas de sus peculiaridades. Por otro lado, Mariano Belenguer se decanta por la clasificación planteada por el Centro Interamericano para la Producción de Material Científico y Educativo para la Prensa, en la que se distinguen cuatro grupos: fuentes regulares o generales, fuentes específicas, fuentes circunstanciales, y fuentes documentales (Elías, 33, Belenguer, 89).

pueden *enmarañarse* con los argumentos que presentan los grupos de interés…" (Harzt y Chappell, 54).

Las consecuencias comerciales de la ciencia y la tecnología alientan el interés por aparecer en los medios con fines publicitarios, como resultado se corre el riesgo de convertir el periodismo científico en un escaparate de productos con los que únicamente se pretende obtener beneficios económicos, bajo el amparo de la investigación científico-tecnológica. Este hecho se pone de manifiesto especialmente en aquellos campos en los que se da una coincidencia entre los esfuerzos promocionales de una determinada técnica o producto, y la percepción periodística de las actitudes públicas y de los valores sociales predominantes, como sería el caso de las tecnologías que supuestamente ofrecen soluciones a problemas de salud. El marketing y la comunicación juegan un papel muy importante en el triunfo comercial de muchos desarrollos científicos y tecnológicos, aun a costa de dejar en un segundo plano la tarea de informar al público y optar en su lugar por incitar y persuadir (Nelkin 1990, 51; Velázquez, 120).

La comunidad científica se ha dotado a sí misma de una serie de reglas internas con el propósito de asegurar la objetividad y la validez de sus descubrimientos. Cualquier investigación para ser aceptada debe hacerse pública a través de los canales establecidos a tal fin, siguiendo un determinado proceso que incluye la exposición de los resultados y de los métodos utilizados para conseguirlos. Además debe superar el dictamen de los pares ofreciendo la posibilidad de verificarla de manera independiente. Hasta que este proceso no haya concluido y los nuevos descubrimientos no hayan sido incorporados al cuerpo de conocimientos de la ciencia, el periodista científico debe permanecer alerta sobre las verdaderas intenciones de quien pretenda dar publicidad a cualquier resultado siguiendo procedimientos distintos al establecido.

En la década de 1980, instalada ya en la sociedad una actitud de desconfianza frente a la asociación incuestionable de ciencia y progreso, la preocupación de las instituciones científicas por su imagen pública condujo a la consolidación de departamentos de relaciones públicas que preparaban a los científicos para tratar con los periodistas y ofrecer informes y comunicados de prensa sobre la labor que realizaban en dichas instituciones (Nelkin 1991, 137).[86] Además de tratar de evitar el sensacionalismo y la

[86] Ya por aquel tiempo se llevaron a cabo estudios que pusieron de manifiesto la desconfianza de los periodistas hacia las informaciones procedentes de ciertas fuentes, como los comunicados de prensa enviados por la industria. De modo que, a pesar

simplificación propios del periodismo científico, la práctica de ejercer influencia a través de las relaciones públicas estaría dirigida a ejercer un control sobre la difusión de informaciones publicadas en la prensa y a aumentar el prestigio institucional y el apoyo público y político. La dinámica propia de la práctica periodística, con la premura del tiempo, la complejidad de algunos temas, y la búsqueda de temas atractivos para el público, genera una situación ante la que, a juicio de Nelkin, "(...) la mayor parte de los periodistas son vulnerables, y recurren con frecuencia a sus relaciones públicas profesionales que les facilitan el trabajo. Hay también periodistas que respetan la ciencia y la objetividad científica, y que confían en la neutralidad de los científicos como fuente de información desinteresada. Esto explica en parte el característico tono propagandístico de muchos textos sobre ciencia" (Nelkin 1991, 138).

Los gabinetes de comunicación conocen cuáles son las dificultades del periodismo científico, y saben que una forma de favorecer la imagen de las instituciones a las que representan consiste en facilitar el trabajo de los periodistas, liberándolo de algunas complicaciones. Lo que no está tan claro es que de esta forma los periodistas aseguren, en la medida de lo posible, la objetividad de sus informaciones.

En ocasiones el periodismo científico tiene que hacer frente al llamado fraude científico, que tiene su origen, entre otras cosas, en las presiones a las que se ven sometidos los científicos a la hora de conseguir financiación para sus investigaciones –lo que les puede conducir a presentar los resultados de sus trabajos como válidos antes de haber sido verificados por otros científicos.

Cada vez con más frecuencia, los medios de comunicación reciben de algunas revistas científicas los denominados comunicados de prensa o *press releases*, se trata de contenidos "embargados" que pertenecen al próximo número de la revista, y que se envían con antelación a los medios con el compromiso adquirido por estos de no publicar informaciones sobre ellos hasta que las propias revistas los hayan hecho públicos, lo que facilita la labor de los periodistas al permitirles disponer de más tiempo para elaborar su información. Los comunicados de prensa simplifican la información y le dan un enfoque susceptible de ser convertido en noticia. A juicio de Vladimir de Semir, las revistas científicas, interesadas en estar presentes en el mundo de la comunicación de masas, facilitan informaciones mediante sus comunicados de prensa en función de su posible noticiabilidad periodística. Según este autor, las

---

de que gran parte del material que recibían los periodistas tenía esta procedencia, tan sólo se publicaba o emitía un 6% del mismo. Por otro lado, los científicos que trabajaban en las universidades o en el Gobierno eran más dados a reunirse con los periodistas que los científicos empleados por la industria. Sharon Dunwoody sostiene que esta última circunstancia podía deberse tanto a las prioridades de la industria, como al criterio de selección de noticias por parte de los periodistas (Dunwoody 1986, 4).

transformaciones a las que someten las revistas al discurso científico originario en sus comunicados de prensa –mediante simplificaciones alejadas del rigor propio de las informaciones científicas–, forman parte del proceso de espectacularización de las noticias, de forma que "...el contexto en el cual se publica el informe científico inicial, su dimensión comunicativa y su generación de expectativa nada tiene que ver con el que se produce al final, tras la cadena en la que se va generando la espectacularización –exageración, podríamos valorar– hasta irrumpir en un medio de masas en el que la contextualización y la comprensión van a ser muy diferentes de las originales" (de Semir 2000a, 30). El análisis de de Semir se hace eco de las sospechas de otros autores que han apuntado la posibilidad de la existencia de un sesgo en los criterios de admisión de artículos en ciertas revistas científicas, al favorecer la publicación de artículos más susceptibles de ser adaptados y difundidos de forma masiva en los medios de comunicación generalistas. Como consecuencia de esta tendencia, se observaría en los últimos años un gran aumento de las referencias a algunas de estas revistas.

Con la excepción de *Science* y *Nature,* por lo general las revistas que envían comunicados de prensa no ocupan los primeros puestos del *Science Citation Index*, copados principalmente por revistas muy especializadas que no envían comunicados de prensa y que por lo tanto no son utilizadas por los periodistas como fuente, produciéndose la paradoja de que no son las revistas científicas más relevantes las más citadas por el periodismo científico.

3.1.2.3. La relación entre científicos y periodistas

Si bien es cierto que las relaciones entre los científicos y los periodistas se han vuelto más fluidas en las últimas décadas, tras comprobar que la mutua colaboración es provechosa para ambos, todavía siguen existiendo reticencias recíprocas. A pesar de que hemos mostrado la existencia de algunas de las razones por las que los periodistas pueden justificar su escepticismo hacia ciertas declaraciones científicas, lo cierto es que su actitud general hacia los científicos acostumbra a ser de respeto, admiración, y confianza.

Por su parte, los científicos muestran con frecuencia su disconformidad con el tratamiento que los periodistas dan a los temas de ciencia. Las razones que provocan el recelo de los científicos son diversas y suelen ser consecuencia de las diferencias intrínsecas que caracterizan a ambas profesiones. Dorothy

Nelkin distingue cuatro causas que pueden explicar la tensión entre científicos y periodistas: a) desacuerdo sobre su criterio de qué es noticia y sobre cuándo dar difusión pública a las noticias, b) diferentes concepciones sobre las formas adecuadas de comunicación c) diferencias en la utilización del lenguaje, y d) ambigüedad acerca de cuál es el papel adecuado de la prensa (Nelkin 1990, 164; Nelkin 1991, 138).

Ambos grupos interpretan de forma distinta lo que deber ser considerado como noticia. Los periodistas tienden a centrar su interés en lo nuevo y espectacular –aunque los resultados de la investigación sean provisionales o incluso erróneos. Por el contrario, el funcionamiento interno de la ciencia hace que se mantengan reservas sobre cualquier nueva investigación hasta que no haya sido sometida a los correspondientes mecanismos de control y de validación, de forma que se produce un conflicto entre la pauta periodística de publicar lo antes posible y la pauta científica que recomienda que no se haga pública hasta que no se haya completado el proceso.

A la hora de presentar los resultados obtenidos, el rigor y la exactitud son valores inherentes a la práctica científica. Sin embargo el periodista se ve obligado a sacrificar esa precisión en aras de una mayor inteligibilidad, omitiendo matices que los científicos consideran indispensables para la presentación de su trabajo, lo que desencadena acusaciones de simplificación excesiva por parte de estos últimos. A menudo, el esfuerzo de los periodistas por presentar la ciencia de forma atractiva, amena y accesible para el público, les lleva a prescindir de detalles técnicos e incluso a exponer las noticias de forma sensacionalista, enfatizando así el carácter revolucionario de los descubrimientos en lugar de ofrecer una imagen de la ciencia más fiel a la naturaleza acumulativa y continua de las investigaciones.

Por otro lado, la noción de objetividad que manejan los periodistas es distinta a la de los científicos, según David Resnik, "la objetividad periodística requiere que los periodistas intenten cubrir los diferentes aspectos de un tema, incluso si uno de los aspectos implica una postura minoritaria o errónea. ...La objetividad científica consiste en seguir el método científico" (Resnik 1998).

El lenguaje científico posee características específicas que lo hacen apropiado para la comunicación entre expertos, de modo que todo el que quiera acceder a él necesita un adiestramiento previo. Los periodistas científicos tienen que realizar la compleja labor de transmitir el sentido del lenguaje técnico mediante un lenguaje accesible al público lego. Una tarea que en ocasiones se convierte en otro foco de tensión entre los científicos y los periodistas, dado que el lenguaje periodístico conlleva cambios y pérdidas de significado, y posee connotaciones que desvirtúan el sentido del original. Hartz y Chappell

también apuntan al lenguaje como uno de los problemas que pueden ayudar a explicar dicha tensión. Según ellos "tal vez el problema radique en los fines con los que cada uno usa el lenguaje y en el hecho de que las mismas palabras adquieren significados distintos según el contexto científico o periodístico" (Harzt y Chappell, 43).

La cuarta causa de tensión entre ambas profesiones hace referencia a la discrepancia de opiniones sobre la función que debe desempeñar la prensa. A juicio de Nelkin, los científicos la conciben como un medio para transformar los contenidos científicos y hacerlos accesibles al público –al mismo tiempo que se ofrece una imagen positiva de la ciencia–, y se resisten a tolerar un análisis independiente de los límites o los errores de su actividad. De esta forma, atribuyen las actitudes públicas negativas, vinculadas a la ciencia y la tecnología, a problemas de comunicación de los medios, a los que acusan de distorsionar la información que llega al público, pero sin reconocer que dichos problemas también pueden deberse a las manipulaciones informativas de las propias fuentes de información.

Entre los periodistas científicos se observa una situación ambivalente. Algunos de ellos se ciñen a una concepción de su tarea semejante a la que sostienen ciertos sectores en el seno de la comunidad científica en defensa de sus propios intereses, reduciéndola a un mero registro en tono elogioso de contenidos científicos accesibles al gran público. Por el contrario, en los últimos años está cobrando más fuerza la actitud que aboga por un espíritu de análisis crítico y por mostrar los límites de la ciencia, así como las consecuencias económicas, sociales, y políticas de ciertas investigaciones.

Lo cierto es que la importancia de identificar y analizar las causas que confluyen para provocar las reticencias en la relación entre científicos y periodistas, cobra especial relevancia a la luz de la evidencia histórica, que pone de manifiesto la frecuencia con la que se ha situado en un segundo plano la comprensión del público como objetivo de la popularización. La toma de conciencia de la naturaleza de dichas causas por parte de ambos grupos, representa un primer paso para minimizar sus efectos y para superar los obstáculos que dificultan y deterioran la mutua colaboración. Por encima de la defensa y del reconocimiento de sus diversos intereses, en el ámbito de la popularización debe prevalecer el interés del público.

A principios de la década de 1980 se llevó a cabo en Estados Unidos un estudio que pretendía dilucidar si las reticencias de los científicos a la hora de colaborar con la prensa tenían su origen en la

estructura social de la ciencia. Se sondeó la opinión de un total de ciento cincuenta y dos físicos y de ciento treinta y cinco científicos sociales que poseían índices altos de productividad investigadora. El objetivo era evaluar en qué medida percibían la posible existencia de coacciones, que dificultaran su participación en actividades relacionadas con la difusión de información al público, en cuatro estructuras científicas diferentes: la ciencia misma como sistema social, las sociedades científicas a las que acostumbran a afiliarse los científicos, las instituciones que contratan a los científicos, y el sistema de financiación de la investigación. Algunas de las preguntas planteadas hacían referencia al proceso de formación de los científicos, al sistema científico de recompensa, y al sistema de revisión por pares (Dunwoody y Ryan, 26). Los responsables del estudio plantearon dos hipótesis de trabajo, y las contrastaron con los resultados totales obtenidos. La primera de ellas aventuraba que dicha percepción variaría dependiendo del tipo de institución en la que trabajaba el encuestado –ya fuera la universidad, el gobierno, o la industria. La segunda hipótesis partía del presupuesto según el cual las normas científicas son menos estrictas en las ciencias sociales que en las ciencias físicas o naturales, y suponía que los científicos sociales percibirían menos coacciones en el sistema de la ciencia que las percibidas por los físicos a la hora de divulgar sus actividades. Para tratar de corroborar la primera hipótesis se recurrió a las cuatro preguntas incluidas en el cuestionario relacionadas con las instituciones que emplean a los científicos. A su vez, para la corroboración de la segunda hipótesis se emplearon quince preguntas, y se observó que sólo cuatro arrojaban diferencias significativas entre las respuestas dadas por los físicos y las dadas por los científicos sociales: dos de ellas relacionadas con el sistema científico de recompensa, y otras dos relacionadas con el sistema de revisión por pares. Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos. Ambas recogen, por un lado, los porcentajes totales correspondientes a cada pregunta y, por otro lado, los resultados según la adscripción institucional del entrevistado –en la primera tabla– y según el tipo de científico –en la segunda tabla– (estos últimos resultados se ofrecen tomando como referencia una escala del 1 al 5, donde el 5 equivale a 'muy de acuerdo, y el 1 a 'muy en desacuerdo') (Dunwoody y Ryan, 36).

Tabla 3

Hipótesis I: Percepción de los científicos de las posibles coacciones institucionales a la popularización. Resultados totales y por 'adscripción institucional'.[87]

	Resultados totales		Resultados por 'adscripción institucional'		
	De acuerdo	En desacuerdo	Universidad	Gobierno	Industria
1) Los científicos deberían…	70%	28%	3,9	3,7	3,1
2) A la hora de difundir información…	61%	35%	3,4	3,5	3,3
3) En algunas ocasiones, los científicos…	72%	25%	3,4	3,9	4
4) La mayoría de las instituciones…	42%	54%	2,4	3,3	4

Los resultados relativos a la adscripción institucional parecen corroborar, en cierta medida, la hipótesis propuesta –fundamentalmente si se tienen en cuenta los correspondientes a los científicos empleados por la industria y los de los adscritos a universidades.

[87] Los enunciados propuestos fueron los siguientes: 1) *Los científicos deberían ser libres para decidir cómo y cuándo tratar con los medios de comunicación sin interferencia o presión de las instituciones para las que trabajan,* 2) *A la hora de difundir información sobre su investigación en los medios de comunicación, los científicos empleados en instituciones de investigación privadas son menos libres que sus colegas empleados en instituciones públicas,* 3) *En algunas ocasiones, los científicos empleados por instituciones públicas están constreñidos en su trato con los medios de comunicación por consideraciones relacionadas con la posible reacción del consejo de administración, de la asamblea legislativa, de las agencias del gobierno, y de otros cuerpos de gobierno, y* 4) *La mayoría de las instituciones en las que trabajan los científicos tratan de regular las relaciones de los investigadores con los representantes de los medios.*

Tabla 4

Hipótesis II: Percepción de los científicos de las posibles coacciones institucionales a la popularización. Resultados totales y por 'tipo de científico'.[88]

	Resultados totales		Resultados por 'tipo de científico'	
	De acuerdo	En desacuerdo	Científicos sociales	Físicos
1) La popularización de la…	24%	76%	2	2,4
2) Los científicos pueden…	32%	58%	2,9	2,5
3) Algunos descubrimientos…	28%	68%	2,5	2,2
4) La revisión por pares…	49%	47%	2,8	3,1

La corroboración de la segunda hipótesis es menos evidente, aunque algunos de los resultados parecen indicar una mayor inclinación por parte de los científicos sociales a considerar positiva la interacción con los medios de comunicación.[89]

No se hallaron diferencias notables en la actitud de los científicos hacia la popularización en función de su edad. Por otro lado, los encuestados no percibían que las sociedades científicas representaran una barrera a los esfuerzos de popularización, y reconocían las carencias de los programas de formación a la hora de preparar a los científicos para tratar con los medios de comunicación o para transmitir información a los legos. La comunicación con los colegas era considerada prioritaria, por encima de cualquier posible obligación de hacer públicos los resultados de investigación de cualquier otra forma. Y, en general, percibían que tenían poco que ganar en el ámbito científico si se comprometían en tareas

[88] Los enunciados propuestos fueron los siguientes: 1) *La popularización de la investigación a través de los medios de comunicación es un proceso que es externo a la comunidad científica y, por lo tanto, no tiene efecto sobre las oportunidades de los científicos para ascender en sus campos,* 2) *Los científicos pueden obtener reconocimiento entre sus colegas mediante la publicación en los medios divulgativos,* 3) *Algunos descubrimientos científicos son tan importantes que los científicos están obligados a informar de sus resultados al público en general antes de que la investigación sea presentada en un congreso o publicada en una revista,* 4) *La revisión por pares de los artículos enviados para ser publicados o para la presentación en un congreso, es el método de la ciencia para validar la calidad del trabajo científico; por lo tanto, un científico no debería comunicarse con un periodista hasta que su trabajo sea "validado" por los pares.*

[89] Estudios recientes apuntan que los investigadores en ciencias humanas y sociales son más activos en el ámbito de la popularización que los investigadores dedicados a las ciencias naturales y médicas y a la tecnología. Si bien es cierto que, en este caso, entre los investigadores más jóvenes de estas dos últimas se observa una actividad popularizadora similar a la desarrollada por sus colegas de la misma edad de las dos primeras (Kyvik, 309).

popularizadoras. No obstante, también admitían que la popularización podía repercutir positivamente en la financiación de la investigación (Dunwoody y Ryan, 38).

Aunque no de forma regular, en los últimos años se han llevado a cabo diferentes análisis sobre la interacción de los científicos con los medios de comunicación. Se trata de un campo de estudio que no ha recibido una gran atención por parte de los investigadores –a diferencia de lo acontecido con los estudios de percepción de la ciencia por parte del público en general–, por lo tanto todavía se encuentra en una fase en la que no existe una homogeneidad metodológica lo suficientemente difundida como para ser incorporada en los distintos análisis realizados. A continuación presentamos los resultados obtenidos en dos estudios recientes de este tipo que, como se verá, ponen de manifiesto las consecuencias de dicha diversidad metodológica.

El primero es una encuesta llevada a cabo por el *Pew Research Center for the People & the Press*, en colaboración con la *American Association for the Advancement of Science*. Entre otras cosas, en ella se evaluó la opinión de 2533 científicos –adscritos a la segunda institución mencionada y dedicados a diferentes disciplinas– sobre el tratamiento de la información científica en los medios de comunicación (Kohut, 81). El 21% de los encuestados señaló algunos de los posibles problemas relacionados con la educación formal, la educación del público en general, y la comunicación pública de los resultados científicos, como uno de los principales fracasos de la ciencia en Estados Unidos durante los últimos 20 años.

Se presentaron una serie de cuestiones relacionadas con el tratamiento de la ciencia en los medios y se preguntaba a los científicos si consideraban que suponían o no un problema muy importante para le ciencia en general. El 48% respondió que la simplificación excesiva de los resultados científicos por parte de los medios constituía un problema muy importante, el 45% dijo que era un problema secundario, y para el 6% no era problema alguno.

Por otra parte, el 76% atribuía mucha importancia al hecho de que en las noticias no se distinguiese adecuadamente los resultados científicos bien fundados de los que no lo estaban, el 22% entendía que se trataba de un problema secundario, y el 2% no lo consideraba un problema.

El que el público no tuviese muchos conocimientos científicos suponía un problema importante para el 85%, secundario para el 14%, y ningún problema para el 1%.

A la hora de evaluar la información científica ofrecida por la televisión, el 1% respondió que era excelente, el 14%, buena, el 48%, sólo aceptable, y el 35%, pobre. Los porcentajes correspondientes a la información suministrada por los periódicos fueron: 2%, 34%,48%, y 15%, respectivamente.

También se preguntó a los científicos por la información de la que disponían sobre los nuevos métodos de participación ciudadana, como los *town-hall*, en los que los científicos y el público en general debaten sobre temas controvertidos vinculados con la investigación. El 2% dijo poseer mucha información, el 22%, alguna, el 44%, no demasiada, y el 32%, ninguna. Posteriormente se preguntó a los que habían elegido las dos primeras opciones, en qué medida resultaban útiles dichos métodos de participación para los siguientes grupos: a) el público, b) los políticos, c) los científicos, y d) los medios de comunicación. Los porcentajes obtenidos por cada grupo para las opciones '*muy útil*', '*bastante útil*', y '*nada útil*', fueron, respectivamente: a) 43%, 45%, 9%, b) 40%, 47%, 10%, c) 32%, 51%, 14%, y d) 35%, 53%, y 9%.

Cuando se les pidió que valorasen cómo afectaba la publicación de sus investigaciones en los medios de comunicación al desarrollo de la carrera profesional de sus colegas de especialidad, el 8% respondió que de manera muy importante, mientras que para el 29% era importante, para el 48%, no demasiado importante, y para el 14%, nada importante. En este caso se observó que los científicos que no eran ciudadanos estadounidenses tenían una mayor tendencia a considerarla importante.

Por último, se les preguntó por la frecuencia con la que realizaban un serie de actividades relacionadas con la popularización. El 2% reconoció escribir a menudo en un blog de ciencia, el 5%, de vez en cuando, el 11%, rara vez, y el 82%, nunca. Cuando la actividad en cuestión consistía en '*leer un blog de ciencia*', '*hablar con reporteros sobre nuevos resultados de investigación*', y '*hablar con no-científicos sobre ciencia o resultados de investigación*', los porcentajes correspondientes en cada caso fueron: (14%, 28%, 26%, 32%), (3%, 20%, 31%, 45%), y (39%, 48%, 11%, 2%).

Tras la aparición del estudio anterior, una serie de autores publicaron un comentario en la versión digital de la revista *The Scientist*. Manifestaban su sorpresa por la imagen negativa que los resultados de la encuesta ofrecían de la interacción de los científicos con los periodistas, los medios de comunicación, y el público lego. Los autores del comentario nos remiten a otros dos estudios de los que se desprende una imagen más optimista, y atribuyen esta divergencia a dos aspectos del diseño técnico de las encuestas:

la selección de la muestra, y la formulación de las preguntas (Scheufele, et al. 2009).

Lo cierto es que podemos situar el germen del comentario en julio de 2008, cuando se publicaron en *Science* los resultados de una de las dos encuestas aludidas. Los responsables del estudio lo presentaban con las siguientes palabras:

> "La investigación previa, así como ciertas evidencias entre investigadores y periodistas, conduce a menudo a la percepción de 'barreras' ante la participación más activa de los científicos en la comunicación pública, o de una 'brecha' entre la ciencia y el periodismo, o a áreas de conflicto potencial entre las dos profesiones. Recientemente, lo investigadores han comenzado a reconocer el carácter simbiótico de muchas de las interacciones científico-periodista. Sin embargo, las experiencias negativas con los medios todavía dominan la comunicación de los pares sobre las relaciones ciencia-medios. Sobre la base de abundantes datos, desafiamos diversas impresiones de las interacciones ciencia-medios que todavía son demasiado comunes" (Peters, et al., 204).

Debido a su carácter internacional, se trataba de un estudio pionero en el que se evaluaban las actitudes de investigadores pertenecientes únicamente de dos campos de investigación –epidemiología y células madre–, empleados en cinco países: Francia, Alemania, Japón, Gran Bretaña, y Estados Unidos.[90] En contra de lo previsto en un principio, se halló una gran semejanza entre los resultados obtenidos en los diferentes países.

Un 17% de los encuestados afirmó haber tenido más de diez contactos profesionales con periodistas de medios de comunicación generalistas en los últimos tres años, el 13% dijo haber tenido entre seis y diez contactos, el 39%, entre uno y cinco, y el 31%, ninguno. En cuanto al tipo de contacto, en el 64% de los casos fue una entrevista realizada por un periodista personalmente, por correo o por fax, mientras que el 23% fue una participación en un panel de discusión o en un programa de entrevistas de radio o televisión, y en el 42% de los casos consistió en suministrar información para facilitar la elaboración de un artículo o de un programa.

Cuando se les preguntó cómo les habían afectado profesionalmente los contactos con la prensa, el

[90] Uno de los criterios de selección de la muestra consistió en que los encuestados fuesen investigadores acreditados con publicaciones en revistas relevantes de sus respectivos campos de investigación. Finalmente el total de la muestra fue de 1325 encuestados.

46% afirmó que en su mayoría habían resultado positivos, para el 24% existía un equilibrio entre el impacto positivo y el negativo, para el 3% el impacto había sido principalmente negativo, y el 26% no apreciaba impacto alguno.

El 57% admitía estar satisfecho con su última aparición en los medios, frente al 6% que se sentía insatisfecho, y al 18% que se sentía satisfecho e insatisfecho en la misma medida.

El cuestionario incluía una serie de afirmaciones enfocadas a evaluar los encuentros de los investigadores con los periodistas. Se les pidió que emitiesen su valoración tomando como referencia una escala de puntuación entre -2 (totalmente en desacuerdo) y 2 (totalmente de acuerdo). Algunas de las respuestas más significativas fueron las siguientes: "*pude transmitir mi mensaje al público*" (0.72), "*la información que facilité fue empleada de forma imprecisa*" (-0.56), "los *periodistas hicieron las preguntas correctas*" (0.34), "*mis declaraciones fueron tergiversadas*" (-0.69), "*los periodistas escucharon verdaderamente lo que tenía que decir*" (0.64), "*recibí una publicidad favorable*" (0.60), "*la información más importante que facilité, fue omitida*" (-0.89), "*mi investigación fue bien explicada*" (0.42), "*los periodistas formularon preguntas tendenciosas o improcedentes*" (-0.92).

Usando esta misma escala de medición se evaluaron algunos aspectos de la cobertura de la información científica por parte de los medios: "*es imprecisa*" (0.06), "*usa fuentes científicas creíbles*" (0.20), "*es hostil a la ciencia*" (-0.59), "*es suficientemente exhaustiva*" (-0.44).

En otro de los apartados se pedía a los investigadores que valorasen la importancia de un grupo de posibles obstáculos a la interacción con los medios, y de otro que recogía posibles beneficios de dicha interacción. Los resultados correspondientes al primer grupo fueron los siguientes: "*riesgo de citación incorrecta*" (91%), "*imprevisibilidad de los periodistas*" (83%), "*posibilidad de publicidad negativa*" (71%), "*pérdida de tiempo de investigación valioso*" (53%), "*posibles reacciones críticas de los jefes del departamento o de la organización*" (43%), "*posibles reacciones críticas del público*" (43%), "*posibles reacciones críticas de sus pares*" (42%), "*incompatibilidad con la cultura científica*" (34%). Segundo grupo: "*una actitud pública más positiva hacia la investigación*" (93%), "*un público general mejor educado*" (92%), "*influencia en el debate público*" (85%), "*aumento de la visibilidad para los patrocinadores y organismos de financiación*" (77%), "*responsabilidad satisfecha de ofrecer una explicación sobre el dinero del contribuyente*" (64%), "*mejora de la reputación personal entre el público*" (46%), "*mejora de la reputación personal entre los pares*" (39%), "*satisfacción de interactuar con los periodistas*" (24%).

Finalmente, se observó una mayor tendencia a colaborar con los medios entre los científicos que

ocupaban puestos de dirección o funciones de liderazgo en sus organizaciones, entre los investigadores más productivos y con un mayor número de publicaciones especializadas, y, en menor medida, entre aquellos que manifestaban una mayor satisfacción personal por la comunicación pública.[91]

Las divergencias entre los resultados de ambas encuestas ponen de manifiesto la necesidad de profundizar en el diseño de los estudios relacionados con el tema, con el fin de llegar a acuerdos que posibiliten la homogenización y estabilización de los mismos y permitan establecer comparaciones fiables a largo plazo, como sucede con los estudios de percepción pública de la ciencia. Por otro lado, sería interesante introducir en este tipo de estudios una distinción más nítida entre el periodismo científico y la divulgación –tal y como los hemos definido en el tercer capítulo del trabajo. Con ello podríamos obtener índices más precisos de implicación y confianza en la popularización por parte de los científicos, así como de su nivel de conocimiento de las características y del funcionamiento de cada una de estas actividades, y de las expectativas que depositan en ellas.

3.1.2.4. Limitaciones propias del periodismo científico

Los problemas relativos a las fuentes y a las divergencias con los científicos, que afectan al trabajo del periodista científico, tienen su origen en las limitaciones derivadas de la propia naturaleza del periodismo. De ellas depende, en buena medida, la imagen de la ciencia que se transmite al público. Su estudio es de suma importancia para comprender cuál debe de ser la función y el alcance del periodismo científico.

El escaso tiempo del que dispone el periodista para elaborar su trabajo viene marcado por el ritmo frenético de la actualidad, por los plazos y, en ocasiones, por la competencia que se establece para conseguir una primicia. Todo ello convierte a la noticia en el género más común del periodismo científico de publicación diaria, siendo menos habitual el tratamiento de temas que requieren un seguimiento detallado y la exposición de amplios antecedentes. La limitación temporal también supone un obstáculo a

[91] Otros análisis anteriores han coincidido al afirmar la existencia de una mayor inclinación a colaborar con la popularización entre los investigadores más prolíficos en su campo de investigación (Kyvik, 305).

la hora de realizar análisis de los métodos y procedimientos científicos. La noticia prima el valor de los resultados frente a los procesos que intervienen en una investigación, de modo que su uso puede ofrecer una imagen alejada de la realidad, en la que "la confirmación pocas veces es definitiva y nunca instantánea" (Resnik 1998).

Otra de las implicaciones de la escasez de tiempo y de la velocidad que impera en los medios de comunicación, es la reducción del número de fuentes consultadas para contrastar las informaciones relacionadas con acontecimientos novedosos, algo que puede conducir a una pérdida de precisión informativa. A este respecto, Ruiz de Elvira considera más conveniente "...desde un punto de vista periodístico, sacrificar el rigor en aras de la inmediatez. Si no lo hace un medio, lo hará otro y siempre se pueden expresar cautelas suficientes al hacer pública una noticia de forma que no se induzca al público a error. …Recabar las opiniones de los expertos y hacerse eco de ellas, aunque resulten contradictorias en un primer momento, es el camino más seguro y, sobre todo, más informativo, al tratar noticias con vertiente científica" (Ruiz de Elvira, 101). La escasez de tiempo para validar la información supondrá un obstáculo tanto menor cuanto mayor sea la experiencia y la competencia del periodista.

El espacio reducido del que disponen los periodistas para redactar sus informaciones también condiciona la imagen de la ciencia que se muestra al público, y le imprime el carácter peculiar del periodismo científico. Esta limitación favorece más a unos géneros periodísticos que a otros, en especial a aquellos que se centran en el acontecimiento, y reduce la posibilidad de ofrecer la contextualización necesaria para facilitar la comprensión de aquellos temas que requieren la exposición de antecedentes aclaratorios. La contextualización dota al público lego de una perspectiva que le permite integrar los nuevos conocimientos en un sistema más amplio y significativo. En este sentido, Vian Ortuño apunta que "...se necesitará una introducción que sitúe al lector ante el panorama general –el sistema de ideas– en el que el tema adquiere su propio sentido. Y así conviene que sea porque, aislados, los hechos resultan culturalmente mudos, y es precisamente su engarce cultural lo que justifica su vulgarización" (Vian Ortuño, 83). A su vez, Vladimir de Semir opina que la ausencia de contextualización implica una banalización, puesto que se presentan las noticias de forma anecdótica y sin perspectiva, algo que puede llegar a constituir un factor distorsionador de la formación de la opinión pública científica de la población (de Semir 2000b, 102).

En la prensa escrita los diarios ubican las informaciones científicas en la sección de sociedad, que viene a ser un "cajón de sastre" que incluye también noticias relacionadas con sucesos, curiosidades, gente, medio ambiente, etc. Los periodistas científicos tienen que competir por publicar en esta sección, lo que les obliga a buscar noticias lo suficientemente atractivas para el lector y para el encargado de tomar la decisión de publicarlas. En el caso de no contar con una sección diaria propia, es más probable que el periodista científico recurra a titulares llamativos y espectaculares, pudiendo llegar a priorizar el hecho de publicar frente a la precisión y el rigor de la información.

Debido a la alta especialización que ha alcanzado la ciencia, el lenguaje científico es cada vez más hermético. Este punto de partida hace especialmente compleja la labor de transmitir contenidos científicos –concebidos originalmente en un lenguaje técnico–, por medio de un lenguaje común que logre transmitir la información contenida en aquel. Además, el periodista científico se dirige a un público con una formación sumamente diversa y heterogénea, que engloba desde individuos con una nula formación científica, hasta expertos en determinadas ramas de la ciencia.

Por lo tanto, el periodismo científico se encuentra en principio con dos obstáculos vinculados al tema del lenguaje. Por un lado, la dificultad de conservar la información contenida en el lenguaje o en el discurso científico –manteniendo rigor y objetividad–, en el proceso de transformación al lenguaje común. Y por otro lado, dado que el resultado de esa transformación va dirigido a un público muy diverso, el periodista está obligado a buscar la inteligibilidad de sus textos sin caer en el extremo de la trivialización ni en el de la incomprensión. En buena medida, la mirada que dirige la ciencia a la realidad es extraña al sentido común, y el lenguaje que emplea para interpretarla es a menudo "...abstracto, asensorial, sistemático. Su vocabulario pretende ser biunívoco, para que en aras de la precisión y en detrimento de la economía del discurso, a cada objeto corresponda un término solamente, y viceversa" (Yriart, 173). Frente a este tipo de lenguaje, el lenguaje común empleado por el periodista, es narrativo, sensorial y emocional, no se caracteriza por su precisión y está dirigido a la realidad propia del sentido común, por lo que pretende ser sugestivo y evocador. El periodista incorpora en su discurso recursos como metáforas, analogías, comparaciones, definiciones, transposiciones, ejemplos, gráficos, ilustraciones, imágenes, etc., con el objetivo de mantener el significado original de la información científica, y de atraer el interés del público para hacerle entender el sentido de los principales términos científicos (Calvo 2005, 55). Según Daniel Jacobi, en los escritos periodísticos "...se opera una especie de división en dos conjuntos: por un lado, un texto-impreso-para-leer, y de otro, un paratexto para mirar y ver; para hojear y no para leer. ...El

paratexto incluye los títulos, la entradilla, las ilustraciones de color provistas de los comentarios, los encuadres periféricos, y más raramente, las notas" (Jacobi, 41). Esta división permite al periodista establecer distintos itinerarios de lectura para los lectores, que, en función de su conocimiento e interés, leerán de forma concienzuda del texto, o echarán un rápido vistazo a los titulares y a los pies de foto.

El periodista científico parte de sus presunciones sobre las preferencias del público, lo que condiciona no sólo los contenidos científicos sino también el lenguaje que emplea, tendente necesariamente, a juicio de Nelkin, a la simplificación; "...en una época en que la comunicación entre científicos es especializada y oscura, la simplificación de la información científica –aunque sea un tema discutible– es esencial para hacerla digerible por el público" (Nelkin 1990, 117).

Junto a las limitaciones de tiempo, espacio y lenguaje, y como consecuencia de ellas, se advierten otras limitaciones que también condicionan la imagen de la ciencia ofrecida por el periodismo científico. Nos referimos a carencias que afectan a la presentación de los métodos y procesos seguidos por la ciencia en sus investigaciones, a la exposición de la lógica propia del pensamiento científico, y a la información relativa a la organización social de la ciencia y las normas que la vertebran.

3.1.2.5. La imagen de la ciencia transmitida por el periodismo científico

A finales de la década de 1980, la socióloga estadounidense Dorothy Nelkin publicó los resultados de un estudio en el que analizó las imágenes de la ciencia y la tecnología transmitidas al público por la prensa de su país. El análisis ponía de manifiesto la homogeneidad de la imaginería utilizada en las informaciones científicas. Unas imágenes que además de ser consecuencia de las características propias de la profesión periodística, también lo eran de los controles ejercidos por la comunidad científica, y del juicio de los directores de los medios (Nelkin 1991, 130).

La representación más común de los científicos los muestra como individuos que viven al margen de las preocupaciones humanas cotidianas, apartados de la sociedad y dedicados a su trabajo con una entrega exclusiva. Cuando se trata de científicos ganadores del premio Nobel se habla de ellos como si fueran estrellas deportivas o cinematográficas, superestrellas del conocimiento, pero se suele hacer sin

explicar los detalles de sus investigaciones, que permanecen rodeadas de un halo de misterio e inaccesibles a la gente corriente. Como ya expusimos en el segundo capítulo, a menudo se da a entender que los científicos pueden hablar de cualquier tema, aunque esté muy alejado de su competencia, como si el hecho de haber alcanzado un nivel científico notable equivaliese a tener una percepción especialmente aguda de toda clase de problemas.

Los casos de fraude científico no empañan la imagen idealizada de la ciencia sino que la refuerzan, ya que se presenta como una profesión que, aunque vulnerable, es pura y desapasionada. El fraude se suele tratar bajo dos enfoques, en el primero sería la consecuencia de una conducta individual escandalosa pero esporádica, mientras que en el segundo se apunta a la propia organización del quehacer científico, interpretando los casos individuales de fraude como el resultado de problemas estructurales internos de la ciencia. No obstante, ambos enfoques ofrecen una imagen homogénea de los ideales científicos, y muestran la ciencia como una profesión diferente y con valores superiores a las demás.

Un ejemplo de esta imagen idealizada lo proporciona el tratamiento que en algunas ocasiones se hace de las teorías del comportamiento –teorías sobre biología evolutiva y la selección natural, como la teoría del determinismo biológico, que se suelen usar para explicar las diferencias humanas–, que afectan clichés sociales polémicos, al considerarlas como una autoridad definitiva en defensa de ciertas ideologías o concepciones del mundo altamente controvertidas (Nelkin 1990, 39).

Cuando las noticias centran la atención exclusivamente en los resultados y no en los procesos, sin tener en cuenta que la naturaleza del método científico consiste en un confirmar y rebatir constantes, se puede trasladar al público la idea de que toda declaración científica es una verdad absoluta e inamovible, generando una confianza exagerada en la ciencia. Esta también es presentada como una fuente de progreso espectacular y dramático, o como la solución de todo problema.

En aquellos casos en los que se habla de los peligros, se suelen relacionar más con la tecnología, adoptando una actitud de temor reverencial, en la que la ciencia es considerada como una autoridad definitiva, mientras que la tecnología es contemplada como la nueva frontera que va variando al ritmo de los nuevos avances. Es común que los artículos sobre tecnología oscilen entre el optimismo y las dudas, ofreciendo una imagen polarizada que genera en el público sentimientos ambivalentes, como afirma John Durant; "...esa combinación de la creciente dependencia de la ciencia y la tecnología y la creciente

consciencia de los riesgos que puede producir la innovación tecnológica, nos lleva a una ambivalencia sobre la innovación científica" (Durant 2000, 18).

Cuando se tratan los riesgos de los desarrollos tecnológicos y las polémicas que pueden suscitar, la exposición del periodismo científico busca el equilibrio entre las distintas opiniones en liza, con la intención de ajustarse a la objetividad y a la imparcialidad periodística, una práctica que frecuentemente le reporta las críticas de unos y otros. Además, este tipo de cobertura puede conllevar el riesgo de centrarse en la polémica misma, y olvidarse de profundizar en la comprensión de los detalles técnicos y científicos de sus contenidos. Mientras tanto, el público puede recibir una imagen confusa, a medio camino entre la neutralidad de la ciencia y los ataques a su objetividad.

A su vez, el tratamiento optimista de los desarrollos tecnológicos conecta con el deseo público de soluciones fáciles para los problemas económicos, sociales y médicos, lo que hace que el periodismo científico sea especialmente permeable a la publicación de estos temas, provocando, a veces, como ya se ha mencionado, conflictos con las fuentes interesadas en promover sus investigaciones.

El juicio de los directores de los medios y las presiones editoriales también afectan a la imagen que se transmite de la ciencia. Las preferencias de los editores y de los directores a la hora de optar por publicar un tipo de información u otra –guiados, en muchas ocasiones, no sólo por el criterio de la relevancia científica–, puede resultar determinante. Hartz y Chappel consideran que los 'guardianes de los medios' –directores, editores, publicistas, y propietarios– ejercen una gran influencia a la hora de ofrecer al público el tipo de información científica que éste demanda (Hartz y Chappell, 109). Cuando un tema de naturaleza científica adquiere tal resonancia que transciende el puro interés científico y alcanza una repercusión económica, política o social importante, el medio de comunicación –influido por diversas causas– puede llegar a tomar partido por un punto de vista particular. Lo que ocurre en estos casos es que los periodistas científicos suelen quedar al margen debido a su propensión a ser objetivos mostrando las distintas versiones, y el tema pasa a manos de otro tipo de cronistas. Una de las causas que pueden influir en la toma de posición de los medios a favor de una postura u otra es la misma presión pública, que puede provocar que se transmita una imagen basada en sus propias creencias pero alejada del criterio científico, como sostiene Durant; "...los medios de comunicación recogen algo que se está produciendo en el público, lo refuerzan, lo reflejan, y si se produce una resonancia entre la tendencia del pensamiento

público y la manera en que han comenzado a expresarse los medios de comunicación, se produce una especie de efecto de avance" (Durant 2000, 28; Friedman, 30).

El periodismo es una actividad económica sustentada en la financiación que recibe de los anunciantes y, como consecuencia, uno de sus intereses principales es contar con la audiencia y el número de lectores necesarios para seguir atrayendo la atención de aquellos. Éste es otro de los factores que explica la preponderancia de unos temas sobre otros –al favorecerse aquellos en los que el público se muestra más interesado–, y que condiciona la imagen que se ofrece al público, relegando al olvido ciertos temas que en principio pueden resultar menos espectaculares para los legos, con independencia de su interés científico.

3.1.2.6. Conclusiones

Si consideramos que la transmisión de una imagen fiel de la ciencia exige inevitablemente que se ofrezca una perspectiva en conjunto de lo que llamamos la realidad científica –los contenidos de la ciencia, incluyendo tanto el conocimiento consolidado como las novedades, los procesos y los métodos de las investigaciones, la lógica propia del pensamiento científico, la estructura social, e incluso otros aspectos como las consecuencias que se derivan de ella, etc. –, y si tenemos en cuenta las limitaciones que constituyen al periodismo científico, parece que éste es un propósito que supera sus posibilidades, de forma que lo más adecuado es reconocer las funciones que puede cumplir –y que, por lo tanto, se le deben exigir– esta actividad dentro del marco global de la comunicación pública de la ciencia.

El periodismo científico se ha convertido en una de las principales fuentes de información de la sociedad. A juicio de Carol L. Rogers "el hecho de que la mayoría de la gente, la mayoría de las veces, consigan la mayor parte de la información científica a la que acceden (especialmente, noticias nuevas y controvertidas) a través de los medios de comunicación no es ninguna novedad" (Rogers 1998). Sus características le convierten en el vehículo idóneo para el seguimiento de los múltiples cambios que experimenta el conocimiento científico día a día. Son cambios que se producen a gran velocidad y el periodismo científico, en su propósito de ser transmisor de la actualidad, trata de ponerlos a disposición del gran público. La importancia de realizar un análisis de las características que definen cómo el

periodismo lleva a cabo la tarea de "poner la ciencia a disposición del público", estriba en la necesidad de distinguirlo de otras prácticas mediante las que también se facilita el contacto entre ciencia y público. Conocer las ventajas y las limitaciones propias del periodismo científico conducirá a determinar su función dentro del extenso campo de la comunicación pública de la ciencia, con el fin último de articular todos los elementos que la integran de la forma más eficiente posible.

Las dificultades que afronta el periodismo científico para salvaguardar la objetividad de sus informaciones son de dos tipos: las derivadas de la dificultad de hacer accesible un conocimiento complejo a un público lego a través de sus medios limitados, y las derivadas de una serie de intereses –principalmente económicos, aunque también políticos y sociales–, que pretenden obtener un beneficio de la forma en que se transmite la ciencia al público. Las dificultades del primer tipo son consustanciales a la naturaleza del periodismo científico, mientras que las del segundo le vienen impuestas desde el exterior. Un periodismo científico cualificado debe esforzarse por minimizar el efecto de las primeras y por hacer desaparecer las segundas estableciendo los controles de calidad pertinentes.

Una de las propuestas para mejorar la calidad de la percepción pública de la ciencia derivada de la imagen que ofrece el periodismo científico, plantea restringir el tipo de informaciones ofrecidas a aquellas sustentadas en resultados comprobados y validados por la comunidad científica. Es una propuesta que se fundamenta en la convicción de que "publicar observaciones parciales y no confirmadas sólo sirve para alimentar falsas esperanzas y estériles discusiones en torno a la ciencia y distraer al público con lo sensacional… sin que en absoluto sirva para instruir al público" (Ahrweiler, 26). Mediante esta restricción se lograría una reducción de las pretensiones publicitarias de algunas fuentes, y se frenaría también uno de los focos emisores de sensacionalismo en el periodismo científico; la necesidad de llamar la atención pública y política en busca de apoyo económico. Sin embargo, se trata de una medida que iría en contra de la pretensión periodística de ofrecer información de máxima actualidad, algo que incluye también hablar de líneas de investigación en desarrollo y que todavía no han sido verificadas por los pares.

Ante esta encrucijada el periodista debe elegir entre limitarse a informar sobre noticias verificadas escrupulosamente por el método de revisión por pares, o ampliar el espectro de sus informaciones e incluir aquellas que no han completado ese proceso pero que apuntan hacia resultados prometedores. Una posible alternativa a este conflicto consistiría en que se incorporaran al periodismo nuevos controles de calidad de las fuentes, y que al mismo tiempo los periodistas adoptasen las cautelas necesarias a la

hora de publicar informaciones del segundo tipo, evitando alentar falsas esperanzas, y resaltando su carácter no probado e hipotético. Una actitud semejante, por parte de los periodistas, contribuiría además a familiarizar al público para distinguir entre los diferentes estadios por los que pasa una investigación científica. A juicio de Vladimir de Semir, el periodista científico debe tener en cuenta la regla de oro de una buena información científica; "la necesidad de situar en perspectiva y contexto los siempre aparentemente espectaculares anuncios de los avances científicos" (de Semir, 2000a, 33).

La colaboración entre científicos y periodistas, en aras de un periodismo científico de calidad, hace necesario un esfuerzo de conocimiento mutuo entre ambas profesiones. La accesibilidad de los científicos a los requerimientos de los periodistas minimiza la posibilidad de cometer errores, aún a sabiendas de que el tratamiento que da el periodismo a la información implica cierta deformación del contenido original. Por su parte, los periodistas deben de ser lo suficientemente audaces como para ofrecer una imagen de la ciencia lo menos distorsionada posible, teniendo en cuenta las limitaciones de su profesión, lo que exige de ellos una buena preparación y una formación constante en temas científicos.

La gran heterogeneidad del público al que va dirigido el periodismo científico conlleva que los periodistas, por regla general, no conozcan bien a su público. Una circunstancia que acentúa las dificultades a las que se enfrenta el informador en su labor comunicativa (Rogers 1998). El público potencial del periodismo científico comprende un arco que incluye tanto a legos en materia científica, como a especialistas en campos concretos de la ciencia, de modo que el periodista se encuentra desorientado a la hora de iniciar su actividad, puesto que desconoce el nivel de los conocimientos que posee su audiencia. Ante esta situación, debe encontrar el tono adecuado para captar el interés de todos ellos, y es habitual que se deje llevar por las preferencias generales del público. Por lo tanto, nos podemos encontrar con el hecho paradójico de que sea el público quien marque la pauta del tipo de contenidos que le llegan a través del periodismo científico.

Por otra parte, Magola Delgado y Emilio Quevedo entienden que los medios de comunicación ejercen un poder de control sobre el conocimiento y la información mediante dos mecanismos; la construcción de acontecimientos relevantes, y la discriminación en la distribución del conocimiento. Según estos autores, se trata de dos mecanismos que "...enmascaran la dinámica social de la actividad científica y de la construcción del conocimiento y bloquean la posibilidad de acercamiento e interacción entre los públicos y la ciencia" (Delgado y Quevedo, 107).

La transmisión de información que se produce en el periodismo científico está orientada en un solo sentido, periodista → público, por ello la única respuesta que el informador recibe de este último es el nivel de expectación que causan las noticias, traducido en índices de audiencia o de ventas, siendo estos los que orientan el carácter general de las noticias. El análisis detallado de los diferentes niveles de conocimiento que poseen las audiencias aumentaría el flujo comunicativo periodista ↔ público en ambos sentidos, y constituiría el ideal para iniciar una comunicación orientada a mostrar una imagen más ajustada a la realidad de la ciencia. No obstante, aunque este flujo bidireccional se produjese, persistiría la dificultad de transmitir informaciones adaptadas a los distintos niveles de conocimiento del público, a través de los medios generalistas como los utilizados por el periodismo científico.

El formato de la noticia –en el que priman las informaciones referidas a contenidos científico–tecnológicos novedosos o de actualidad–, es el que mejor se adapta a las limitaciones del periodismo científico. Sin embargo, el lector que se enfrenta a una noticia de este tipo difícilmente entenderá adecuadamente la información que se le ofrece si carece de un conocimiento previo del tema en cuestión. En el caso de que la información trate de política científica o de las consecuencias sociales de la ciencia, el género periodístico empleado suele ser el de opinión, con el artículo y el editorial como formato principales. En estos, se suele tomar partido por una posición determinada, así que es importante que el lector tenga conocimiento del tema desde una perspectiva más amplia que la que se le ofrece. La entrevista es un formato que puede servir para reforzar tanto la noticia como el género de opinión y que, por esta razón, conviene emplearla para dar una imagen más completa del tema tratado.

No obstante, estos formatos son el resultado de la dinámica propia de la práctica periodística y, a pesar de cumplir con la labor de realizar el seguimiento de algunos de los cambios que experimenta el conocimiento científico, deben ser complementados con otros formatos y prácticas diferentes, más propios de la divulgación científica.

3.2. EL LENGUAJE Y EL DISCURSO DE LA POPULARIZACIÓN CIENTÍFICA

Cuando la popularización científica se propone hacer accesible al profano la visión de la realidad

aportada por la ciencia, una de sus tareas principales consiste en poner a disposición del público los contenidos del conocimiento científico empleando un lenguaje que le resulte comprensible. A su vez, una de las facetas más importantes del trabajo científico es la de comunicar los resultados obtenidos. Se trata de una comunicación peculiar, con sus propios códigos, procesos y reglas. La popularización se convierte en la portadora del mensaje contenido en esa comunicación especializada, pero con la particularidad de que lo dirige a un receptor diferente del destinatario original. Martín F. Yriart afirma que "divulgar las ciencias requiere colocar en el centro del cuadro el mensaje que la ciencia produce cuando ella misma se realiza como comunicación. Así, la divulgación científica, en su realización más dura, es un mensaje acerca de un mensaje" (Yriart, 166).

El lenguaje especializado es en gran medida abstracto, con referentes que trascienden los sentidos. Su vocabulario tiende a ser biunívoco con los objetos a los que se refiere. Además, con el propósito de ganar en precisión, utiliza sistemas no verbales de representación del conocimiento, como la matemática, las fórmulas químicas, etc., y su lógica difiere con frecuencia de la lógica propia del sentido común. Tal y como sostiene Helena Calsamiglia, "los esquemas de interpretación de la realidad no son los habituales sino que se basan en marcos específicos, en categorías propias de cada disciplina, y en modelos abstractos y formales" (Calsamiglia, 11). Dichas disciplinas han desarrollado sus propios conceptos específicos y sus propios estilos de escribir, que se van volviendo más inaccesibles para los no especialistas conforme aumenta el grado de especialización. No obstante, las fronteras entre el lenguaje científico y el lenguaje común, al contrario de lo que pueda parecer, no están claramente definidas, y como afirma Guiomar E. Ciapuscio al referirse a los lenguajes especiales o de especialidad:

> "...no se definen como opuestos al lenguaje común; los lenguajes para propósitos específicos son sublenguajes que pertenecen a un determinado campo de la comunicación orientada a un tema; emplean los recursos lingüísticos y comunicativos de una determinada lengua y de un determinado sistema cultural de un modo específico y con una frecuencia de ocurrencia específica que depende del contenido, del propósito y de la situación completa de comunicación de un texto o discurso" (Ciapuscio, 44).

Frecuentemente el lenguaje común adopta como propias palabras provenientes del lenguaje científico, pero en ocasiones dichas palabras cambian su significado primigenio. Este fenómeno también

ocurre en el sentido inverso, cuando la ciencia se apropia de palabras del lenguaje ordinario y las metaforiza, lo que dificulta la comprensión de las personas ajenas a las materias científicas en cuestión, ya que reconocen e identifican dichas palabras, pero no logran interpretar el nuevo significado que se les ha asignado (Martín Municio, 221; Dunbar, 223; Flood, 15). Así que los popularizadores se ven obligados a aclarar a menudo las diferencias de significado de una misma palabra en ambos lenguajes.

La dificultad que conlleva el manejo de los códigos que conforman el lenguaje científico supone uno de los obstáculos más firmes de la comprensión de la ciencia por parte del público. Habitualmente, esta dificultad impulsa a los divulgadores a utilizar ciertos recursos lingüísticos con el fin de sustituir o explicar los conceptos y los sistemas no verbales empleados por la ciencia. Entre ellos se encuentran las figuras retóricas propias del lenguaje literario –por lo general ajenas a la ciencia.

En 1957 W. E. Flood publicó un trabajo sobre el problema del vocabulario en la popularización de la ciencia en el que partía del siguiente planteamiento:

> "¿Podemos exponer la ciencia al hombre corriente con palabras que pueda entender? ¿Qué palabras son esenciales para la presentación de la ciencia popular? ¿Conoce la gente corriente dichas palabras? Por supuesto que las palabras utilizadas representan solamente un elemento en la exposición; si pudiera concebirse un vocabulario ideal, y se pusiese a disposición de un autor o conferenciante, éste no necesariamente produciría un libro o una charla que resultase interesante y comprensible. Pero ciertamente si emplea palabras que el lector o el oyente no comprende, el libro o la charla serán parcial o totalmente incomprensibles. Por esta razón el problema del vocabulario es uno de los problemas básicos, y su solución, si puede hallarse, sería un paso muy importante hacia el éxito de la popularización de la ciencia" (Flood, 4).

Este autor se plantea la posibilidad de limitar el vocabulario técnico empleado en la popularización a un determinado grupo –no necesariamente cerrado– de palabras esenciales que faciliten la comprensión del público, y que permitan explicar los principales hechos e ideas de la ciencia. La elaboración de un vocabulario específico diseñado con tal propósito requiere previamente decidir qué tipo de unidades básicas de vocabulario formarán parte de la lista propuesta, así como los criterios de selección de las palabras. Su propuesta consiste en un vocabulario formado por 2012 palabras que considera suficientes

para presentar todo aquello que razonablemente podría esperarse que un lego entendiera de la ciencia (Flood, 17, 25, 46).

Por lo que respecta al proceso de transformación de los contenidos originales de la ciencia, el ideal popularizador depende a priori de la satisfacción de dos condiciones; en primer lugar, conservar el rigor y la objetividad de los textos originales y, en segundo lugar, alcanzar un nivel de claridad suficiente como para que el público comprenda los contenidos transmitidos. Ambas condiciones establecen una relación de dependencia inversamente proporcional entre sí, lo que pone de manifiesto la necesidad de realizar un análisis sobre la perdida de información del discurso original inherente a la tarea divulgativa. El resultado de este análisis debe orientarse a determinar cómo se produce dicha pérdida, y a diseñar posibles estrategias que la minimicen.

Pero naturalmente especialistas y profanos no sólo se diferencian por el conocimiento que ambos poseen del lenguaje científico, también tienen distintos referentes. Así, cada grupo centra sus intereses en aspectos distintos cuando se enfrentan a textos de información científica, lo que influye en el tratamiento que dan los divulgadores a los contenidos científicos.

La comprensión de la ciencia conlleva una transmisión gradual de información, que dependerá de la capacidad receptiva de los diferentes públicos. En primer lugar, el divulgador efectúa una reelaboración que afecta al contenido del texto científico original, en palabras de Gutiérrez Rodilla:

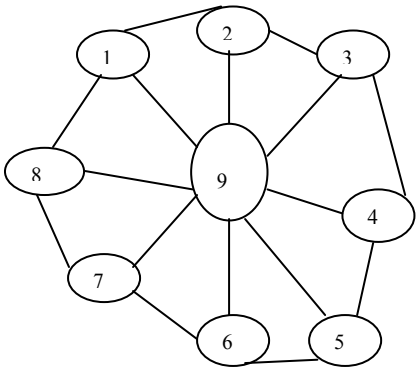
> "...el autor de un trabajo de divulgación debe entresacar del discurso que ha tomado como base de partida tres o cuatro ideas esenciales de las que se va a ocupar, olvidándose del resto; es decir, de entre toda la información existente en ese trabajo fuente, tiene que hacer una selección y escoger solamente unos puntos concretos, relevantes, ya que en el discurso vulgarizador no todo puede tener cabida" (Gutiérrez Rodilla, 322).

El objetivo de la reelaboración es que los no iniciados en el discurso científico, desconocedores de sus códigos peculiares, puedan acceder a una parte del conocimiento científico desde el marco del conocimiento general.

Daniel Cassany, Carmen López, y Jaume Martí, proponen un modelo lingüístico de divulgación en el que el divulgador realiza, además de la reelaboración, otras dos operaciones sobre las redes conceptuales de los textos científicos: la textualización y la denominación. Estos autores entienden el

conocimiento científico como "...una red intricada de conceptos especializados, en la que cada nudo o unidad (referente de un elemento de la realidad) queda definido por los vínculos que establece con otros nudos o conceptos afines", como se representa a continuación (Cassany, López, y Martí, 80):

Red Conceptual



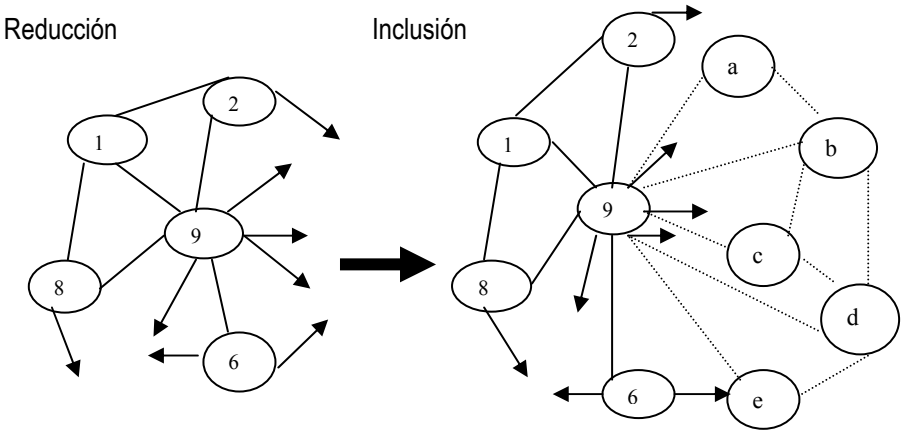
En el esquema, el concepto '9' adquiere significación para el científico por las conexiones semánticas que el discurso establece entre ese concepto y el resto de los que están unidos a él. En un texto científico no es necesario que cada concepto aparezca unido explícitamente al resto de los conceptos por los que adquiere significado, ya que sus receptores poseen los conocimientos que les permiten situarlo en su contexto.

La primera de las tres operaciones (en el orden de exposición, no en orden temporal, ya que los autores consideran que las tres tareas se desarrollan de manera circular, recursiva e interactiva en el proceso de elaboración del discurso divulgativo) llevadas a cabo por el divulgador, la reelaboración, se dirige a transformar las redes conceptuales para hacerlas accesibles al profano, se trata de una tarea que consta de dos etapas: la reducción y la inclusión.

La reducción consiste en limitar las conexiones entre nudos y reducir la densidad conceptual de la red, el divulgador decide qué conceptos de la red son imprescindibles para divulgar determinados conocimientos, y se sirve también como criterio de elección de la significatividad y el interés que puedan tener para el público. Esta pérdida de conceptos y vínculos del texto original en el texto popularizado, deja

habitualmente rastros lingüísticos explícitos en forma de imprecisiones, determinaciones indefinidas o ideas implícitas (Cassany, López, y Martí, 84).

La inclusión consiste en establecer nuevos vínculos entre los nudos científicos y otros nudos procedentes del conocimiento general que conectan y acercan el concepto divulgado a la vida cotidiana, y sirven al público de vía de acceso a la ciencia. Por ejemplo, si el divulgador se propone popularizar el concepto '9', siguiendo las dos etapas de la reelaboración, tendrá, en primer lugar, que eliminar ciertos vínculos y conservar otros, buscando un equilibrio adecuado entre el mantenimiento de un nivel mínimo de significación científica y la comprensión del lector lego. En segundo lugar, el divulgador tiene que buscar vínculos nuevos en el discurso general que relacionen el concepto '9' con referentes conocidos por el lector. Como consecuencia de las transformaciones de los vínculos de la red conceptual se producen rupturas de vínculos originales y lagunas o agujeros semánticos en el discurso especializado, lo que modifica el concepto original.



La textualización hace referencia a la elección de los recursos expresivos con los que presentar la red reelaborada, que pueden ser tanto externos como internos (Gutiérrez Rodilla, 324; Cassany, López, y Martí, 87). Los recursos externos (infográficos) se emplean para captar la atención del público: títulos, imágenes, diagramas, esquemas, distribución de los contenidos, etc. Los recursos internos (discursivos, léxicos, y retóricos) afectan tanto a la sintaxis como a la explicación de conceptos. Las estructuras

sintácticas de los discursos divulgativos tienden a facilitar el acceso del profano al texto, empleando frases cortas y fáciles de asimilar, recurriendo también al uso narraciones, diálogos, e incluso a la exposición del propio punto de vista del divulgador. En cuanto a la explicación de conceptos especializados, incluidos en el texto divulgativo, se emplean distintos recursos, con la intención de explicar y hacer comprensible su sentido; paráfrasis construidas con palabras del lenguaje común; definiciones que pueden ir acompañadas a su vez de ejemplos y de otros recursos lingüísticos como sinonimias, aposiciones, analogías, comparaciones, hipérboles y metáforas. Su uso está muy ligado al interés de acercar la ciencia a la vida cotidiana, se establecen relaciones con la realidad más cercana al público, de tal forma que éste se sienta implicado y afectado directamente por la ciencia.[92] El uso de la redundancia es también una práctica común de la popularización, mediante aproximaciones sucesivas a un mismo concepto trata de delimitar su significado y hacerlo comprensible para el lego.

Por último, la denominación consiste en la elección de las formas lingüísticas concretas para referirse a cada nudo o vínculo de la red de conocimientos que debe ser transmitido Incluye de forma simultánea terminología especializada y términos y recursos léxicos propios del lenguaje común. La combinación de ambos tipos de términos en el discurso divulgativo lo configuran como un híbrido de las dos fuentes que lo nutren.

El conjunto de recursos mencionados, característicos de las tres operaciones descritas, causa una pérdida de precisión y neutralidad, respecto a los textos fuente, al igual que otras prácticas frecuentes en la popularización, como la exposición poco rigurosa en la presentación de cifras; la utilización de adjetivos calificativos poco objetivos; el uso de preguntas retóricas; el abuso de símiles, etc. Por lo tanto, a pesar de facilitar la comprensión, pueden ofrecer una imagen desproporcionada del verdadero alcance de la ciencia. Se trata de prácticas que procuran mantener el interés del público, y aunque por un lado tienen

[92] En este sentido destacamos el análisis de contenido publicado por Miltos Liakopoulos en 2002. Se trata de un estudio sobre el uso de la metáfora en la popularización de la biotecnología en cuatro medios de comunicación británicos –*The Times*, *The Independent*, *New Scientist*, y *The Economist*. A lo largo del periodo analizado –entre 1973 y 1996- se publicaron 10.446 artículos relacionados con la biotecnología, de los que se seleccionaron 1.076 para el análisis. De ellos, un total de 199 empleaban metáforas para describir la biotecnología. Las metáforas halladas se clasificaron en siete categorías distintas en función de las imágenes asociadas a ellas. Por otro lado, se distinguieron tres categorías más generales: positivas, negativas, y de popularización. Las dos primeras se caracterizan por reunir una serie de imágenes cargadas de componentes afectivos que pretenden suscitar sentimientos intensos en los lectores, mientras que la tercera reúne una serie de imágenes que se distinguen principalmente por sus componentes informativos, más que por los afectivos. El estudio puso de manifiesto que esta última categoría era la que más presencia tenía en los medios analizados. Por lo que respecta a las imágenes positivas y negativas, se encontró un equilibrio entre ambas. Además, también se observó la variación del uso de las metáforas según los debates y temas vigentes en los distintos momentos del periodo analizado (Liakopoulos, 8, 27).

como consecuencia la merma de precisión y objetividad de los contenidos científicos, por otra parte facilitan el acercamiento del público general a conocimientos que en ausencia de la popularización permanecerían vedados para él.

Además del análisis de la relación entre el lenguaje científico y el divulgativo, el estudio de la actividad comunicativa propia de la popularización requiere un abordaje de las condiciones en las que se produce dicha comunicación. Helena Calsamiglia propone un estudio de los textos divulgativos que parte de un análisis de los textos científicos, y que está basado en el análisis del discurso:

> "El análisis del discurso utiliza una serie de categorías variadas, surgidas de la lingüística funcional, la sociolingüística y la pragmática. Tiene como objeto estudiar los textos, orales o escritos, como producto del uso lingüístico en situaciones de comunicación concretas, donde hay una interacción entre hablantes y oyentes, y que se produce con una intencionalidad. La principal diferencia con el análisis gramatical es que no se reduce a la reflexión sobre oraciones fuera de contexto, ni se toman los textos en sí mismos, sino teniendo en cuenta quién los produce y con qué intención; qué dice la persona que escribe y qué quiere decir con ello. Y también qué es lo que no dice, presuponiendo un conocimiento compartido con el posible interlocutor" (Calsamiglia, 12).

Este tipo de análisis tiene en cuenta la posición que adopta el hablante, tanto en lo que afecta al uso lingüístico (léxico y sintaxis), como en lo referente a la dimensión extralingüística: la relación que establece con el texto y con el destinatario, la estructuración, organizativa y temática, que elige para el texto, y la adecuación a un formato concreto. Los elementos del léxico o de organización sintáctica, el uso lingüístico, dependerán de tres factores de la situación de comunicación: el campo, el tenor y el modo. El campo se refiere a la temática que trata cada disciplina científica y a las diferentes esferas de actividad en donde se desarrollan prácticas que generan discursos científicos. El tenor es el factor más distintivo del análisis discursivo, se refiere a los protagonistas de la enunciación, y en el caso de la comunicación científica interpares se habla de tenor interpersonal. Por último, el modo se refiere a los medios de transmisión, que en los textos científicos es el escrito. Estos tres factores, al determinar el uso lingüístico, condicionan a su vez el registro propio de los textos científicos.

Cuando entra en juego la popularización, los tres factores mencionados, relativos a los textos científicos sobre los que trabaja aquella, experimentan modificaciones. Se produce un cambio de registro en dichos textos, que da como resultado los registros propios de los textos popularizados. Desde el análisis del discurso se considera que el contenido científico está muy relacionado con su representación discursiva. A su vez, esta última se encuentra insertada en un contexto comunicativo concreto (identidad y estatus de los interlocutores, circunstancias temporales, espaciales, sociales, etc.), del que depende "... hasta el punto de que la tarea divulgadora no sólo exige la elaboración de una forma discursiva acorde con las nuevas circunstancias (conocimientos previos del destinatario, intereses, canal comunicativo, etc.), sino la reconstrucción –la re-creación– del mismo conocimiento para una audiencia diferente" (Calsamiglia, Bonilla, Cassany, López, y Martí, 2640). En este planteamiento, la relación que se establece entre la ciencia y la divulgación, no se limita a una transmisión de información unidireccional de la primera a la segunda –adaptación a un nuevo destinatario y a un nuevo contexto–, sino que tiene lugar una interacción entre ambas, e incluso puede suceder que la divulgación llegue a ejercer una influencia crítica sobre la producción del saber.

De esta manera, la interpretación de la función popularizadora como una mera tarea de traducción de textos científicos a un lenguaje común, parece ser del todo insuficiente. Sin embargo, todavía se suele comparar el cometido de los popularizadores con el de los traductores, entendiendo su trabajo como una sustitución de palabras técnicas por otras pertenecientes al uso común. En este sentido, Sergio Prenafeta afirma que "el trabajo básico de un periodista científico consiste en decodificar el mensaje del especialista, en traducirlo y explicarlo para el entendimiento del gran público" (Prenafeta, 178).

El popularizador, concebido como un traductor, sólo puede aspirar a ofrecer, en el mejor de los casos, una imagen aproximada, cuando no vaga y deformada, del significado real del conocimiento científico, ya que la naturaleza de los términos científicos hace que su utilización sea imprescindible para alcanzar la precisión y la comprensión de la realidad que nos ofrece la ciencia. El problema que supone la pérdida de información implícita en el discurso original –derivada de la sustitución de términos especializados por otros del lenguaje común, dirigidos a un público sin formación especializada–, puede relativizarse si asumimos que la función del popularizador no equivale a la de un 'educador civil' que aspira a formar al público de forma paralela o alternativa a las instituciones educativas correspondientes. Creemos que las consecuencias de esa pérdida son asumibles si renunciamos en cierta medida a dicha función y concebimos la tarea popularizadora de tal forma que la materia prima con la que trabaja no quede

restringida únicamente a aquellos rasgos culturales de la ciencia que forman parte de su ámbito de producción –lo que no implica, en absoluto, restar importancia, ni renunciar, a la transmisión de conocimiento científico.

La mera equiparación entre popularización y traducción deja fuera de foco una intrincada trama de rasgos culturales que emergen cuando la ciencia entra en contacto con la sociedad en su conjunto. Esto significa no tener en cuenta buena parte de los factores que contribuyen a configurar las imágenes de la ciencia que forman parte del acervo cultural del público, ni la forma en que dicho acervo puede filtrar la imagen de la ciencia transmitida mediante la popularización.

Por tanto, tras constatar que la entrada en escena de la popularización –con el uso de recursos y términos provenientes del lenguaje ordinario–, provoca una 'reubicación' del material científico original, creemos necesario ampliar el campo de acción que se le ha atribuido hasta ahora, lo que implicará tener en perspectiva una visión de la ciencia que trascienda el espacio que habitualmente la popularización a delimitado para ella. Además de transformaciones lingüísticas y exposición de conocimientos, una aproximación a la comunicación y a la comprensión pública de la ciencia más ajustada a la realidad, requerirá elaborar y supervisar la contextualización general de esos contenidos tanto en el ámbito científico como en el ámbito social, como propondremos en el último capítulo. La incorporación a las esferas de la comunicación y de la comprensión pública de la ciencia, de nuevos elementos relacionados con la forma en que la ciencia está presente en la sociedad –más allá de aquellos que forman parte de los círculos en los que se genera–, contribuirá a minimizar las consecuencias de la pérdida de objetividad y precisión que puedan producirse en el nivel léxico a la hora de manipular el conocimiento especializado. Así, la contextualización de los contenidos afectará no sólo a los conocimientos o conceptos científicos, a la práctica científica, a la organización social e institucional de la ciencia, a la lógica científica, etc., sino también a los diversos modos en que estos constituyentes de la ciencia se encuentran instalados en la sociedad y son asimilados por sus miembros. En consecuencia, conduce a la transformación del sentido de los textos científicos, no sólo por la inevitable deformación de los conceptos derivada de su adaptación, sino por la emergencia de una nueva estructura comunicativa que deberá ajustarse a un nuevo entorno.

De manera que el empeño de tratar de facilitar el acceso del público a los conocimientos científicos mediante su contextualización, provoca a su vez, una recontextualización del discurso científico original, que deberá ser enmarcado en una esfera más amplia que aquella de la que procede, y adaptado a unos

nuevos fines comunicativos que ya no girarán únicamente en torno a parámetros de objetividad. En palabras de Roqueplo, "(...) una ciencia introducida en la cultura, inmersa en la realidad que rodea a cada individuo, *tiene otra estructura, otra lógica, otra significación* que la que corresponde al seno de su propia práctica" (Roqueplo, 114).

3.3. ¿POR QUÉ POPULARIZAR LA CIENCIA?

La creencia en la posibilidad de lograr la comprensión pública de la ciencia es la razón de ser de la popularización científica. Para conseguirlo no sólo trata de hacer partícipes a todos los ciudadanos del conocimiento científico 'consolidado', o de los nuevos descubrimientos que se producen constantemente y que pueden pasar a formar parte de ese acervo acumulado, sino también de otros aspectos que forman parte de la actividad científica o que están relacionados con ella. En este sentido, consideramos oportuna la siguiente definición –propuesta por F. Le Lionnais en 1958–, porque ofrece algunas claves básicas para comprender el rol social que le ha sido asignado a esta actividad:

> "Lo que entendemos por popularización científica es precisamente esto: toda actividad de explicación y de difusión de los conocimientos, la cultura y el pensamiento científico y técnico, bajo dos condiciones, con dos reservas: la primera es que estas explicaciones y esa difusión del pensamiento científico y técnico sean hechas fuera de la enseñanza oficial o de enseñanzas equivalentes… La segunda reserva es que esas explicaciones extraescolares no tengan por fin formar especialistas, ni tampoco perfeccionarlos en su propia especialidad, ya que, por contrario, reivindicamos completar la cultura de los especialistas fuera de su especialidad".[93]

Las razones que se aducen en defensa de la comprensión pública de la ciencia son diversas, Geoffrey Thomas y John Durant las agrupan en nueve categorías en función de los beneficios que produce dicha comprensión en distintos niveles: beneficios para la ciencia, las economías nacionales, la

[93] Citado en: (Roqueplo 1983, 21).

influencia y el poder nacional, los individuos, el gobierno democrático, la sociedad en su totalidad, beneficios intelectuales, estéticos, y morales (Thomas y Durant, 2).

Cuando los científicos percibieron la importancia de establecer lazos con la sociedad, al dar a conocer su actividad esperaban obtener la comprensión del público para asegurar la financiación de sus prácticas. El incremento de la dificultad de las investigaciones conllevaba un aumento paralelo de la inversión, de manera que se adoptó la estrategia de enfatizar los resultados pragmáticos de la investigación en las informaciones suministradas al público, para que éste comprendiese la importancia de avalar la investigación básica. Un público favorable puede ejercer presión en apoyo de una determinada política científica, orientada a dar una mayor prioridad al gasto en dicha investigación básica. Acercar la ciencia a la sociedad, a través de la popularización, se convierte en un medio de aumentar la confianza pública en las posibilidades de la ciencia y en el quehacer de los científicos. Antonio Lafuente y Alberto Elena manifiestan una opinión rotunda al respecto:

> "Los textos de divulgación, más que transmitir conocimientos científicos, extremo este que los científicos han tendido a considerar como una actividad impropia de su *status* y traicionera de su saber, han realizado una exitosa labor propagandística de los supuestos valores y promesas que sustentan la empresa de la razón. Así, han venido usando la palestra pública como una prolongación necesaria de su labor académica para, de una parte, pregonar que forman parte de una gran tradición y, de otra, para darse a conocer como artífices del futuro" (Lafuente y Elena, 55).

La ciencia también obtiene beneficios de la popularización como consecuencia del fomento de vocaciones entre los jóvenes que, gracias a ella, se interesan por las implicaciones reales que tienen los conocimientos adquiridos a través de los sistemas de enseñanza formal. Además, los propios científicos se sirven de la popularización para renovar, ampliar, y actualizar sus conocimientos sobre áreas distintas de las suyas, o de su misma área, pero de distinta especialización.

A su vez, la economía nacional se puede ver beneficiada en una sociedad en la que los ciudadanos comprenden que el desarrollo científico y tecnológico es un factor de primer orden para situar a su país a la vanguardia económica mundial. La popularización jugaría el papel de favorecer la capacitación del

público para emitir sus propios juicios en favor de políticas destinadas a fomentar no sólo la inversión en investigación y desarrollo, sino también en educación y formación de personal competente.

Vinculados a los beneficios en favor de la economía nacional, se encuentran los beneficios para la influencia y el poder nacional, dado que los países líderes en el ámbito científico-tecnológico, se encuentran en una situación de menor dependencia internacional.

Los beneficios de la popularización para los individuos, están relacionados con la situación de privilegio que otorga el conocimiento científico-tecnológico en una sociedad cada vez más articulada en torno a los desarrollos de la ciencia. El ciudadano de las sociedades avanzadas se ve afectado por estos desarrollos en todos los ámbitos de su vida, su forma de vivir experimenta modificaciones, lo que exige una adaptación y un reciclaje casi permanentes de sus hábitos cotidianos. Quedar descolgado de las nuevas formas de interactuar con la realidad, impuestas por las innovaciones científicas aplicadas a la sociedad, significa posicionarse en desventaja respecto a quienes logran adaptarse a los cambios mediante la adquisición de nuevos saberes y capacidades. En esta línea se sitúan las siguientes palabras de Kenneth Prewitt: "por definición, los ciudadanos que tienen esta sabiduría no son extraños en su propia sociedad. Más que ser manipulados (o sentirse manipulados) por fuerzas que están fuera de su capacidad de comprensión y fuera de su control, el ciudadano "que está enterado" puede hacer que el sistema funcione. ...Quedarse aislado de estos descubrimientos por el analfabetismo científico es negarse los beneficios de la ciencia moderna" (Prewitt, 55).

La apelación a los beneficios que reporta la comprensión pública de la ciencia al gobierno democrático y a la sociedad en su totalidad, es sin duda el argumento más extendido en defensa de la popularización científica, hasta el punto de que todos los demás beneficios mencionados orbitan en torno a éste. El desconocimiento civil, de los procesos científicos y técnicos, pone en cuestionamiento los fundamentos de la democracia. Dichos procesos determinan el rumbo de las sociedades actuales, de manera que limitar a un grupo de expertos la capacidad de decisión –sobre las diversas opciones existentes–, colisiona con lo que debería ser la norma democrática de participación igualitaria e informada de los ciudadanos en los asuntos públicos. Por ello, la popularización se convertiría, en la medida de sus posibilidades, en garante de la democracia al facilitar el acceso del público a todas aquellas cuestiones públicas con contenido científico. Miguel Ángel Quintanilla, distingue dos variantes respecto a la forma en que un sistema democrático arbitra los medios que permiten al público "entender las nuevas opciones que se le presentan gracias al desarrollo tecnológico, participar en su evaluación y contribuir a la

formación de la opinión pública a cerca de estos temas". La primera de las dos variantes, constituye el contenido mínimo de la democracia tecnológica, y hace referencia al derecho de todos los ciudadanos de acceder al conocimiento técnico y de contar con el juicio de los expertos. La segunda, constituye el contenido máximo de la democracia tecnológica, y se entiende como el derecho de todos los ciudadanos a participar en las decisiones relacionadas con el desarrollo y control de la tecnología, no sólo en las que atañen a las posibilidades actuales de las tecnologías, sino también en aquellas decisiones que tienen que ver con qué queremos poder hacer en el futuro con las tecnologías que ahora nos proponemos desarrollar (Quintanilla 2002a, 94). Ambas variantes guardan una estrecha relación con el tema de la popularización científica, la primera constituye un requisito previo para emprender medidas que habiliten una popularización eficiente, mientras que la segunda resultaría ser una consecuencia deseable de la propia eficiencia de ésta.

En muchos países la mayor parte de los fondos destinados a la investigación proceden de dinero público –si bien es cierto que en la actualidad estamos asistiendo a un aumento de la financiación de la investigación por parte del sector privado– que proviene del bolsillo del contribuyente. Por ello, resulta legítimo reivindicar su derecho a recibir información significativa sobre cómo se gestiona el dinero que aporta. Además, dado que los resultados de la ciencia y la tecnología tienen consecuencias directas en el día a día de los ciudadanos, sería conveniente disponer los medios adecuados para que estos pudieran intervenir en los procesos de toma de decisiones y manifestar sus preferencias sobre cuál es el uso que quieren dar a su dinero.

Estos propósitos exigen la formación del público lego con el fin proporcionarle los elementos de juicio suficientes que le permitan participar en la configuración de políticas científicas y en debates en los que están en juego posiciones encontradas. En este sentido, Félix Ares sostiene que "para poder tomar las riendas de la ciencia, debemos saber mínimamente como funciona. Esa es la importante labor de la divulgación científica. Divulgación imprescindible. Divulgación sin la cual la democracia, que nos exige tener una opinión, no será posible en el tecnológico siglo XXI. Las nuevas tecnologías exigen que tomemos decisiones. Para que sean democráticas debemos conocerlas" (Ares, 51). El derecho a la información y la transparencia informativa son elementos legitimadores de la organización de estrategias popularizadoras en las sociedades democráticas.

Finalmente, cuando se habla de los beneficios intelectuales, estéticos y morales de la comprensión pública de la ciencia, se aduce que el conocimiento científico es uno de los mayores logros de la

humanidad, de modo que todo ser humano debería ser partícipe en mayor o menor medida de las respuestas ofrecidas por la ciencia y de su empeño en conocer la realidad. Por tanto, privar a una persona del conocimiento científico supone privarla de una de las mayores fuentes de enriquecimiento intelectual. Es a este tipo de beneficios a los que se refiere Jean Rostand, cuando afirma:

> "…la función real y específica de la popularización, que es pura y simplemente dar acceso al mayor número de personas a la dignidad soberana del conocimiento; garantizar que la mayor parte de la gente se beneficie en alguna medida de lo que es el triunfo de la mente humana, sin ser apartada de la aventura trascendental de nuestra especie; estrechar lazos entre los hombres haciendo un esfuerzo por reducir la terrible, aunque invisible, brecha de la ignorancia; luchar contra la inanición mental y el consiguiente subdesarrollo, proveyendo a cada persona con la ración mínima de calorías espirituales…" (Rostand, 1491).

Los resultados que aporta la ciencia ante el desafío que supone desentrañar los misterios que envuelven la existencia del universo, no dejan de ser una forma de belleza para muchos de sus artífices. De ahí que algunos se esfuercen en transmitir sus conocimientos, en un intento de compartir el goce estético que ellos mismos sienten en el ejercicio de su actividad ante la contemplación del esplendor, complejidad y orden del mundo natural. No es infrecuente oír hablar a físicos y matemáticos de la belleza de algunas de las teorías matemáticas de la física moderna. Robert M. Hazen y James Trefil lo expresan con las siguientes palabras:

> "…Esta visión extremadamente hermosa y elegante del mundo es el logro mayor de siglos de trabajo de los científicos. Se puede obtener una satisfacción intelectual y estética al ver la unidad que existe entre una olla de agua sobre una estufa y la lenta marcha de los continentes, entre los colores del arco iris y el comportamiento de los constituyentes fundamentales de la materia. La persona analfabeta científicamente ha sido separada de una parte enriquecedora de la vida, al igual que una persona que no puede leer" (Hazen y Trefil, 49).

La referencia a los beneficios morales se hace bajo la consideración de que muchas decisiones con un trasfondo científico afectan al futuro de la sociedad e implican la capacidad de desarrollar razonamientos morales. De este modo, a juicio de Kenneth Prewitt:

> "Los ciudadanos que no son capaces de razonar moralmente estarán muy poco equipados para pensar acerca de diferentes panoramas de futuro. En este sentido, no puede haber una población con sentido común científico que no tenga sentido común moral, y no puede haber un discurso democrático que no sea también un discurso moral" (Prewitt, 62).

Los nueve tipos de beneficios derivados de la comprensión pública de la ciencia, mencionados por Thomas y Durant, se pueden agrupar en tres categorías en virtud de la función que la popularización científica desempeña en cada una de ellas. La primera categoría –que incluye los beneficios para la ciencia, para las economías nacionales y para la influencia y el poder nacional– recoge "...argumentos que apuntan principalmente a los aspectos corporativos y conservadores de las actividades de popularización de la ciencia y la tecnología, esto es, la búsqueda de mayor legitimación, apoyo y prestigio tanto para la comunidad científica como para la ciencia misma" (Leitão y Albagli, 19). En el caso del primer tipo de beneficios, la justificación de su inclusión en esta categoría resulta evidente, mientras que la de los otros dos viene dada por estar asociados a un tipo de información que enfatiza la investigación como una actividad que deber ser protegida y mantenida. Por lo tanto, en esta categoría la popularización científica desempeña la función de revalorizar el prestigio social de la ciencia.

En la segunda categoría –que incluye los beneficios para los individuos, para el gobierno democrático, y para la sociedad en su totalidad–, se subraya el carácter transformador de las actividades popularizadoras "...es decir, el llamado a la participación social en ellas contenido. Llamado a la participación en el proceso de toma de decisiones sobre el desarrollo de la ciencia y sus aplicaciones" (Leitão y Albagli, 19). Se trata de una categoría en la que se emplea la popularización como un medio de integrar al lego en el sistema científico-tecnológico y, como consecuencia, en la sociedad articulada por éste.

Los beneficios intelectuales, estéticos, y morales pertenecen a la tercera categoría, en la que la popularización transmite el conocimiento como un valor en sí mismo, independientemente de propósitos económicos o políticos.

En consecuencia, se establece una relación directa entre los beneficios de la comprensión pública de la ciencia y las funciones que debe desempeñar la popularización científica, dado que dependiendo de los beneficios a los que se aspire, prevalecerá una función u otra. De esta forma se determinarán los contenidos que deben ser puestos a disposición del público para que éste sea considerado alfabetizado científicamente.

3.4. LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Las distintas funciones que puede desempeñar la popularización condicionarán el tipo de contenidos transmitidos al público –enfocados a ampliar su campo de acción, teórico o práctico, en una dirección u otra. La designación de dichas funciones vendrá dada, a su vez, por una determinada concepción de la alfabetización científica y por los objetivos que se quiera conseguir con ella. Dichos objetivos se encuentran vinculados a los beneficios derivados de la comprensión pública de la ciencia tratados en el punto anterior, y serán los que definan las distintas posiciones a la hora de concebir la alfabetización científica. Algunos especialistas han clasificado las actividades de popularización según los siguientes objetivos (Anandakrishnan, 196; Leitão y Albagli, 18; Albagli, 397):

- Educacional: la popularización está orientada a ampliar el conocimiento y la comprensión pública del proceso científico y su lógica. Se transmite información científica con un fin práctico –hacer entender al público las soluciones dadas a problemas relacionados con fenómenos estudiados científicamente–, y con un fin cultural –estimular la curiosidad científica como atributo humano que es. Es un objetivo conectado principalmente con los beneficios intelectuales, estéticos, y morales, y con los beneficios para los individuos, pero también con los beneficios para la economía nacional, el poder y la influencia nacional, y la propia ciencia.
- Informacional o cívico: el propósito de la popularización es la promoción de una opinión pública informada sobre los impactos del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad, principalmente en los ámbitos de toma de decisiones. La información que se transmite está orientada a concienciar a los ciudadanos sobre cuestiones sociales, económicas, y ambientales, vinculadas al desarrollo científico y tecnológico. Es un objetivo que guardaría relación principalmente con los

beneficios para el gobierno democrático, y para la sociedad en su totalidad y, en menor medida, con los beneficios para la ciencia, las economías nacionales, y la influencia y el poder nacional.

- Movilización popular: se propone ampliar la posibilidad de participación de la sociedad en la formulación de políticas públicas y en la elección de opciones tecnológicas. En un principio se trataba de una opción integrada en programas dirigidos a los sectores con menor nivel educativo de países en vías de desarrollo –con el propósito de aumentar las oportunidades de estas poblaciones–, si bien en la actualidad se ha eliminado esta restricción y se entiende que es una opción dirigida a todos los sectores de la sociedad. La información científica transmitida está dirigida a instrumentalizar los actores para intervenir mejor en el proceso de toma de decisiones. En este caso, la conexión se establece con los beneficios para el gobierno democrático, la sociedad en su totalidad, y los individuos.

En el último apartado del segundo capítulo expusimos brevemente algunos de los principales rasgos que caracterizaron la evolución sufrida por el concepto de 'alfabetización científica' a partir de la Segunda Guerra Mundial. A continuación presentaremos una serie de definiciones planteadas por diferentes autores y relacionadas con dicho concepto. El criterio que hemos seguido en la selección de estas propuestas es el de su posible vinculación con el público en general y con la popularización de la ciencia, si bien es cierto que también hemos incluido algún caso cuyo campo de acción se encuentra fundamentalmente restringido al ámbito de la educación científica.[94]

En 1975 Benjamin S.P. Shen definió la alfabetización científica como el conocimiento de la ciencia, la tecnología, y la medicina que posee el público en general, y sectores especiales de éste, como consecuencia de los distintos niveles de popularización de la información en los medios de comunicación y en la educación dentro y fuera de las escuelas (Shen, 45). También distinguió tres categorías dentro de

[94] Rüdiger C. Laugksch ofrece una revisión exhaustiva de dicho concepto mediante la exposición de doce enfoques diferentes del mismo. Este autor no se propone analizar las posibles conexiones con la popularización de la ciencia, sino que pretende poner de manifiesto la variedad de perspectivas desde las que ha sido tratada la noción de alfabetización científica, e identificar los diversos factores que influyen en su interpretación. Para ello se centra fundamentalmente en tres grupos de profesionales interesados en su promoción: la comunidad de la educación científica, los científicos sociales y los investigadores de la opinión pública, y, en tercer lugar, los sociólogos de la ciencia y los educadores científicos que la analizan desde una perspectiva sociológica. Además, menciona un cuarto grupo, integrado por la comunidad educativa vinculada a la ciencia de una manera informal y por los diferentes agentes relacionados con la comunicación científica en general. A su juicio, la conceptualización de la alfabetización propia de este cuarto grupo se nutre de los planteamientos que manejan los otros tres (Laugksch, 74).

la alfabetización científica en virtud de las diferencias en sus objetivos, audiencia, contenidos, formatos, y medios de transmisión: práctica, cívica, y cultural.

- La alfabetización científica práctica se asocia con la clase de conocimiento científico que puede usarse para ayudar a resolver problemas prácticos que, en muchas ocasiones, pueden afectar a necesidades básicas de salud y supervivencia. Estaría relacionada con la vertiente práctica del objetivo educacional de la popularización
- La alfabetización científica cívica tiene como propósito hacer que los ciudadanos sean más conscientes de la ciencia y de sus implicaciones, y que estén más familiarizados con los problemas relacionados con ella, de modo que tanto ellos como sus representantes se impliquen en tales asuntos y, por ende, participen más en los procesos democráticos de una sociedad cada vez más tecnológica.[95] Se parte de la convicción de que no basta con dejar en las manos de los expertos las decisiones sobre temas relacionados con la ciencia, ya que si bien la decisión de cómo ejecutar un proyecto científico es fundamentalmente una tarea de los expertos, la decisión más básica de llevarlo a cabo o no depende de los ciudadanos y de sus representantes.

  En comparación con la alfabetización científica práctica, la consecución de un nivel funcional de alfabetización científica cívica supone un esfuerzo más prolongado. Esta categoría estaría vinculada al objetivo informacional o cívico de la popularización, y también al de movilización popular.
- En la alfabetización científica cultural se concibe el deseo de saber sobre ciencia como uno de los principales logros humanos. Este tipo de alfabetización no contribuye tanto a solucionar problemas prácticos como a salvar la distancia que separa a las 'dos culturas'.[96] Se trata de que el ciudadano

[95] Como se verá en el próximo capítulo, esta categoría jugaría posteriormente un papel muy importante en los estudios de percepción pública de la ciencia realizados en Estados Unidos por Jon D. Miller.

[96] En 1959 C.P. Snow señaló la progresiva escisión que, a su juicio, se estaba produciendo en la vida intelectual occidental en su conjunto entre dos grupos cada vez más diametralmente opuestos y escasamente comunicados. En uno de los polos se situarían los intelectuales literarios –como representantes de la cultura no científica-, y en el otro, los científicos –con especial representación de los físicos. Según Snow, las causas de la separación eran diversas y complejas, y estaban enraizadas tanto en hechos sociales como personales, y en la dinámica interna de las diferentes formas de actividad mental. Consideraba, además, que dicha polarización suponía un perjuicio indiscutible tanto para los individuos como para la sociedad. Un perjuicio que afectaba tanto al ámbito de lo práctico en la vida cotidiana, como a la vida intelectual y a la creativa. En cierta medida, la solución al problema pasaría por el replanteamiento de los planes de enseñanza. En 1963 Snow afirmaba: "es peligroso tener dos culturas que no pueden ni quieren comunicarse. En una época en la que la ciencia determina en gran parte nuestro

medio tenga conocimiento de los principales hechos, premisas, y conclusiones de la ciencia, y de las formas generales del razonamiento científico. Aunque comparada con las dos categorías anteriores ésta parece carecer de objetivos utilitaristas, lo cierto es que también puede ejercer cierta influencia sobre cuestiones prácticas, al menos en dos aspectos. En primer lugar, entre la limitada audiencia a la que llegan sus contenidos se encuentran de forma preferente los líderes de opinión y los responsables de tomar decisiones en muchas comunidades, de modo que a la larga puede afectar a los acontecimientos humanos muy profundamente. Y, en segundo lugar, puede resultar un antídoto efectivo contra las creencias pseudocientíficas. Es una categoría que estaría conectada con la vertiente cultural del objetivo educacional de la popularización.

La popularización científica se presenta como una actividad distinta –complementaria en unos casos, y alternativa en otros– a la educación formal, y dado que la amplitud y la dificultad de los conocimientos que constituyen la ciencia es tal que sobrepasa con mucho las posibilidades de aprendizaje experto de una sola persona, parece lógico no pretender que la popularización desempeñe la función de formar especialistas. Por lo tanto, habrá que diferenciar entre lo que es propio de la tarea científica como profesión, y las habilidades que se espera que el público aprenda. Hazen y Trefil, tras constatar que hacer ciencias es claramente diferente de usar las ciencias, afirman que el alfabetismo científico se refiere solamente a esto último. Estos autores consideran que el alfabetismo científico "constituye el conocimiento que necesitamos para comprender temas públicos. Es una mezcla de hechos, vocabulario, conceptos, historia, y filosofía. No es la materia especializada de los expertos sino el conocimiento más general, menos preciso, que se usa en el discurso político" (Hazen y Trefil, 46). Según ellos, sería suficiente con que el público comprendiese y ubicase en un contexto significativo las noticias científicas que aparecen en los medios diariamente, para estar alfabetizado científicamente.

---

destino… Cabe la posibilidad de que los científicos den un mal consejo y los que toman las decisiones no pueden saber si es malo o bueno. Por otra parte, los científicos en una cultura dividida proporcionan un conocimiento de determinadas potencialidades que es de ellos solos. Todo esto hace el proceso político más complejo, y en algunos aspectos más peligroso, de lo que cabe tolerarse por mucho tiempo, tanto a los fines de evitar desastres como a los de dar cumplimiento… a una determinada esperanza social. …Los cambios en la enseñanza no van a producir milagros… Con algo de suerte, sin embargo, podremos educar a una considerable proporción de nuestras mejores inteligencias a fin de que no sean ignorantes de la experiencia imaginativa, en las artes como en la ciencia, ni lo sean tampoco de los dones de la ciencia aplicada, del sufrimiento remediable de la mayoría de sus semejantes, ni de las responsabilidades que, una vez que se han visto, no pueden ser esquivadas" (Snow, 14, 107).

Del planteamiento expuesto por estos autores se desprende que no es necesario que el público posea conocimientos muy detallados sobre los contenidos de la ciencia, bastaría con conocimientos de carácter general que le ayuden a contextualizar los temas científicos y a saber cuáles pueden ser sus consecuencias, para comprender de qué forma afecta la ciencia a su vida y a la sociedad, y poder formarse un juicio que le permita integrarse participativamente en la sociedad democrática.

Kenneth Prewitt, propone una concepción del alfabetismo científico relacionada con el sentido común, "(...) podemos hablar de 'ciudadanos con sentido común', cuando nos referimos a quienes no se sienten desconcertados ni intimidados por la introducción de nuevas tecnologías o el advenimiento de nuevos lenguajes científicos" (Prewitt, 55). Esta forma de entender el alfabetismo científico, como sentido común científico, afecta a dos niveles, al personal y al público. En el nivel personal, la alfabetización tiene que ver con la capacidad del individuo de integrarse en la sociedad actual. El nivel público se vincula con la capacidad del individuo, como ciudadano, de comprender cómo la ciencia influye en la vida pública. En este segundo nivel priman ciertos conocimientos distintos de los contenidos, teorías, y modelos propios de la ciencia, si bien estos enriquecen la visión del público. Prewitt clasifica dichos conocimientos en tres bloques: el proceso político, la elaboración de políticas públicas, y el cambio social (Prewitt, 58). En el proceso político, la toma de decisiones sobre asuntos relacionados con la ciencia, se realiza influenciada por las consecuencias de ésta. Según el autor, el público debe conocer que estas consecuencias no se limitan al progreso científico y al avance del saber, sino que los objetivos del conocimiento científico son también de carácter económico, político y militar. La popularización científica, en su aspiración de ofrecer una imagen de la ciencia fiel a la realidad, tiene que incluir entre sus contenidos información sobre este tipo de consecuencias, de manera que el público comprenda el entramado de relaciones que rodean a la ciencia y sea consciente de sus objetivos no científicos.

La comprensión de la elaboración de políticas públicas requiere que el público conozca "...primero, que los diversos panoramas del futuro con los cuales el proceso de las políticas debe enfrentarse son con frecuencia, en sí mismos, consecuencias de los avances de la ciencia y la tecnología, y segundo, que nuestra visión de lo que es y de lo que puede ocurrir surge de previsiones fundadas en la ciencia" (Prewitt, 60). La ciencia realiza pronósticos mediante los que trata de prever la evolución de acontecimientos, del mundo natural o social, desde el presente hasta el futuro. Son pronósticos que se refieren a cuestiones de daño o beneficio, real o potencial, cuya evolución puede interrumpirse

conscientemente por cambios en el comportamiento individual o las políticas sociales. Los pronósticos científicos se basan en estudios de probabilidad, así que es necesario que el público tenga ciertas nociones sobre estos estudios y sobre la lógica que imprimen a sus resultados, para que pueda realizar una correcta evaluación de los pronósticos en los que se fundan frecuentemente las políticas públicas. De este modo, se desmontaría la creencia común de que todas las conclusiones de la ciencia deben ser consideradas como verdades absolutas e irrefutables, pudiendo existir división de pareceres entre los propios expertos. Se trata de un problema relacionado con la tarea de la popularización de introducir al público en la lógica del pensamiento científico, mostrando las diferencias con la lógica del sentido común.

Por último, la ciencia y la tecnología introducen unos cambios sociales que pueden resumirse en tres principios. En primer lugar, todo beneficio social que es consecuencia de una innovación tecnológica, viene acompañado de un costo social. En segundo lugar, los sistemas tecnológicos poseen propiedades interdependientes, y en los sistemas interdependientes no es posible manejar un gran componente sin perturbar otros. En tercer lugar, se producen consecuencias de segundo orden no intencionales, inevitables e impredecibles que surgen de la introducción de nuevas tecnologías en la sociedad.

Por lo tanto, a juicio de Prewitt, un público alfabetizado científicamente o con "sentido común científico" debe conocer estos principios para poder distinguir las consecuencias y las posibilidades reales de la ciencia frente a otro tipo de soluciones de carácter "mágico" o pseudocientífico, que prometen soluciones simples a problemas complejos.

Refiriéndose principalmente al ámbito de la educación científica, el físico y educador Morris Shamos, sostiene que todas las definiciones formales de la alfabetización científica comparten la idea de que dicha alfabetización significa, como mínimo, tener cierta comprensión de la ciencia, de forma que la principal diferencia entre unas y otras estriba en el nivel de conocimiento científico que en cada una se considera exigible –desde aquellas en las que el nivel mínimo de conocimiento equivale al de una licenciatura, a aquellas en las que se requiere muy poco o ningún conocimiento formal, ya que sus partidarios consideran que es más importante la comprensión social de los problemas derivados de la ciencia y la tecnología. Este autor afirma que en lugar de hablar de un individuo alfabetizado o no científicamente, resulta más adecuado distinguir distintos niveles de alfabetización, y propone tres niveles que se corresponden con tres momentos sucesivos del desarrollo del proceso de alfabetización científica en un individuo, de forma que cada uno integra a los anteriores (Shamos, 86):

- Alfabetización científica cultural: se trata del nivel más básico, el bagaje de conocimientos requerido se corresponde con la comprensión de una serie de conceptos relacionados con la ciencia. Dichos conceptos configuran un léxico para el individuo alfabetizado científicamente, que, según Shamos, constituye una condición necesaria pero apenas suficiente para la alfabetización científica en su acepción más primaria. Este nivel se corresponde con los conocimientos de la mayoría de alumnos que finalizan la educación secundaria.
- Alfabetización científica funcional: en este nivel ya no sólo se supone que el individuo está en posesión de un léxico relacionado con la ciencia, sino también que es capaz de conversar, leer, y escribir de forma coherente empleando dichos conceptos, aunque no sea en un contexto técnico. La persona alfabetizada en este nivel estaría en disposición de comentar congruentemente la mayoría de los artículos que aparecen en la prensa popular, y sería capaz de hacer preguntas interesantes sobre los mismos. Por el contrario, en el nivel anterior reconocería los conceptos que aparecen en los artículos pero no sería capaz de entablar una conversación fluida sobre sus contenidos. Es un nivel que se corresponde con el grado de conocimientos alcanzado por un número reducido de los alumnos que finalizan la educación secundaria.
- Alfabetización científica 'verdadera': el individuo tiene conocimientos del funcionamiento de la empresa científica en general, de sus procedimientos, y del papel fundamental que juega la teoría en la práctica científica. No es necesario que conozca al dedillo una gran variedad de datos, leyes, y teorías, ni que sea capaz de resolver problemas científicos de carácter cuantitativo, o que posea habilidades matemáticas avanzadas, aunque sí se espera que comprenda y sea consciente del papel central que juega la matemática en la ciencia. Shamos afirma que se trata de una definición bastante exigente, por lo que algunos pueden pensar que está diseñada para imposibilitar la alfabetización del público en general, pero, según él, esta situación pone de manifiesto que el término se ha empleado sin excesivo rigor en el pasado, de manera que cuando se aborda de manera realista, se observa que resulta poco probable alcanzar la verdadera alfabetización en el futuro inmediato. Así, aunque se puedan alcanzar algunos elementos importantes, en general este tipo de alfabetización sólo está al alcance de un reducido grupo de la población. Es este nivel de alfabetización el que contribuye a reducir la preocupación pública sobre la ciencia y la tecnología, puesto que facilita la comprensión de su potencial y de su funcionamiento. Cabría esperar que todos los alumnos que han cursado estudios científicos lo

alcanzasen al finalizar la universidad o incluso antes, pero no está claro que todos puedan extrapolar sus conocimientos a las cuestiones sociales. En el caso de aquellos alumnos que no han cursado estudios científicos específicos, muy pocos logran alcanzarlo, salvo que estén muy interesados y hayan disfrutado de una enseñanza con un alto grado de calidad.

Hemos visto que las diferentes formas de entender la alfabetización científica –y, por ende, los objetivos implícitos en ellas– condicionan las funciones a desempeñar por la popularización y, por lo tanto, los contenidos que ésta debe ofrecer. Así pues, la eficiencia de dichas funciones dependerá del mayor o menor grado de precisión con el que se transmita la imagen de la realidad científica que esté en consonancia con la noción de *alfabetización científica* en juego, haciendo más énfasis en unos aspectos que en otros. La popularización puede centrar su atención en distintas cuestiones relacionadas con la ciencia: contenidos científicos (modelos, pruebas, datos, conceptos, leyes, teorías), métodos, procesos, lógica científica, funcionamiento institucional de la ciencia, organización, mecanismos de control, financiación, consecuencias sociales, objetivos, historia de la ciencia, política científica, etc. Ahora bien, ¿alcanza la popularización el nivel de eficiencia necesario para cumplir con las distintas funciones que le son encomendadas o, es posible con los medios de los que dispone, ofrecer una imagen lo suficientemente fiel de la ciencia como para que el público pueda formarse un criterio que le permita elaborar juicios fundados e independientes? Si la respuesta es negativa, entonces las decisiones que afecten a asuntos con un trasfondo científico-técnico deberán tomarlas los expertos en ese tema concreto, y el público deberá adoptar, en el mejor de los casos, un papel de mero espectador ante las opiniones y disputas de los expertos, y asumir con resignación las resoluciones que estos acuerden, excluyendo la posibilidad de un debate social en el que la opinión pública tenga cierta influencia. Por el contrario, si la respuesta es afirmativa, será necesario analizar cómo se transmiten los contenidos de la ciencia mediante la popularización, y deberá buscarse la estrategia más eficiente para llevar a cabo este cometido.

Frente a las diversas concepciones de la alfabetización que consideran viable la popularización para lograr sus objetivos, existen otras posturas menos optimistas que manifiestan sus reservas, ya sea respecto a materializaciones concretas de la misma, o respecto a la actividad popularizadora en su conjunto, como veremos en el último capítulo de este trabajo.

4. ESTUDIOS DE PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

4.1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL DISEÑO DE LOS ESTUDIOS DE PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

A juicio de Miller, Pardo, y Niwa la comprensión pública de la ciencia y la tecnología es un componente importante del sistema de formulación, aceptación y aplicación de políticas propio de las sociedades industriales modernas. Por lo tanto, el análisis de la información obtenida mediante los estudios de percepción pública de la ciencia constituiría un instrumento muy importante para comprender no sólo las percepciones y las actitudes del público, sino también el papel que éstas juegan en el desarrollo de dichas políticas (Miller, Pardo, y Niwa, 11).

La configuración actual de los estudios sobre percepción pública de la ciencia es el resultado de un proceso evolutivo en el que se han ido introduciendo modificaciones con el paso del tiempo hasta adquirir una estructura sustentada en tres ejes básicos: a) interés, nivel de información, y fuentes de información, b) comprensión, y c) actitudes. En este capítulo veremos cómo se fue gestando dicha estructura en función de distintos intereses, recapitularemos los principales resultados obtenidos en las encuestas más relevantes de Estados Unidos y Europa y, finalmente, presentaremos la noción de *alfabetización científica* que está en juego en los estudios de percepción pública de la ciencia.

Décadas después de la Segunda Guerra Mundial, seguía sin ofrecerse una respuesta a la pregunta que algunas personas interesadas en las conexiones entre ciencia y público llevaban años planteándose. No existían cuantificaciones que indicasen el porcentaje del público que comprendía los principios básicos de la ciencia moderna y de sus derivados tecnológicos, y se desconocía si esa comprensión estaba relacionada con sus opiniones hacia cuestiones relevantes de la ciencia y la tecnología. Como ya se ha apuntado anteriormente, la respuesta a estas preguntas exigía la existencia previa de un acuerdo sobre el significado de la alfabetización científica. De modo que los principales promotores de este tipo de estudios partieron de un paralelismo entre alfabetización en general y alfabetización científica, y si la primera suponía un umbral determinado de conocimiento que habilitaba al individuo alfabetizado para leer y escribir con el fin de poder participar en una comunicación escrita, la segunda se entendería como el nivel mínimo de conocimientos que habilitaba al individuo para leer y escribir textos que trataban de

ciencia y tecnología. La segunda de las categorías propuestas por Benjamin S.P. Shen –la alfabetización científica cívica– se asoció a este propósito, y se adoptó como la noción de alfabetización implícita en los estudios de percepción pública de la ciencia. Se definió como el nivel de conocimiento de principios básicos de la ciencia y la tecnología suficiente como para leer información sobre el tema en un periódico o en una revista, y para entender los argumentos que intervienen en una controversia. Un nivel que permitiría a un individuo desenvolverse como ciudadano en la sociedad moderna, en la que la ciencia permea todos los ámbitos, o ejercer sus responsabilidades cívicas, tal y como podían desear las agrupaciones de ciudadanos y la comunidad científica. Este tipo de alfabetización conlleva un proceso prolongado de asimilación del funcionamiento de la ciencia y de su imagen del mundo, para facilitar la posterior integración de nuevos datos sobre temas concretos y la participación informada del ciudadano en las políticas públicas. El umbral mínimo para alcanzar la alfabetización científica cívica aumenta progresivamente con el avance de la ciencia, y su determinación dependerá de lo que los expertos consideren adecuado. Los partidarios de esta concepción de la alfabetización científica conciben los procesos de medición de la misma como una herramienta útil no sólo para mejorar la comprensión de su difusión y su función en los sistemas democráticos modernos, sino para promover su expansión, una vez identificados los principales elementos que intervienen en su desarrollo (Miller, J. 2006, 2; Miller, Pardo, y Niwa, 5, 41).

Los estudios realizados en 1957 y 1958 por la NASW y por la *New York University,* y financiados por la *Rockfeller Foundation*, son considerados los primeros de una larga sucesión de análisis de percepción pública de la ciencia llevados a cabo desde entonces. No obstante, no fue hasta 1972 cuando comenzaron a realizarse una serie de estudios empíricos de este tipo de forma periódica. Aquel comienzo tuvo lugar gracias a la inclusión de un capítulo dedicado a las actitudes públicas hacia la ciencia y la tecnología en los *Science & Engineering Indicators*. Estos últimos –financiados por la *National Science Foundation* y llevados a cabo cada dos años– fueron concebidos para suministrar información de carácter cuantitativo sobre la estructura y la función de la ciencia y la tecnología, y para informar a los encargados de tomar decisiones relativas a la política científico-tecnológica.

Las primeras encuestas –correspondientes a los años 1957, 1958, 1972, 1974, y 1976–, prestaban una atención especial a la evaluación de las actitudes públicas hacia la ciencia y la tecnología, aunque

también se ocupaban del interés por la información científica y, en menor medida, de la evaluación de los conocimientos. Conforme se fueron analizando los resultados obtenidos en esta primera fase, se identificaron ciertos problemas relacionados con el diseño de las encuestas. Las preguntas dirigidas a evaluar los conocimientos que se incluían en los formularios de la década de 1950, trataban temas muy específicos y perdieron su vigencia en los años posteriores, de modo que no tenía sentido incluirlos en los estudios realizados en la década de 1970, lo que produjo un vacío de información sobre la evolución de la comprensión del público entre ambas décadas. Teniendo en cuenta este hecho, pero todavía con los estudios de los años cincuenta como referencia, los encargados de diseñar las nuevas encuestas, trataron de encontrar una serie preguntas básicas que englobasen un conjunto de conocimientos suficientemente representativo de los debates científicos contemporáneos, y al mismo tiempo que mantuviesen su vigencia con el paso de los años. Por otro lado, las preguntas sobre conocimientos incluidas en los estudios de los años setenta y principios de los ochenta, confiaban en la evaluación que los propios encuestados hacían de su comprensión de los conceptos y términos propuestos, mediante enunciados tricotómicos –del tipo '*usted tiene una comprensión clara de X*', '*usted tiene una idea general de X*', '*usted no tiene una buena comprensión de X*–, que por su propia configuración provocan un sesgo favorable hacia las dos últimas opciones, y proporcionan una menor precisión que las preguntas en las que el encuestado tiene que demostrar directamente su conocimiento.

Surgieron también una serie de voces críticas que apuntaban ciertas deficiencias tanto en la metodología empleada, como en la propia concepción teórica de los estudios, de modo que contribuyeron a perfeccionar el diseño de los mismos. La Porte, hizo una revisión de los realizados en los años 1972, 1974, y 1976, y señaló una serie de defectos que a su juicio limitaban seriamente la utilidad de los resultados obtenidos, por lo que su corrección supondría un avance hacia la comprensión de las actitudes, valoraciones y expectativas públicas. Afirmaba que los estudios primaban la valoración pública por encima de la exploración del fundamento cognitivo de las actitudes hacia la ciencia y la tecnología, y lo interpretaba como una pretensión –por parte de la institución responsable de las encuestas y de los encargados de diseñarlas–, de buscar principalmente la ratificación de determinados puntos de vista, mediante la cuantificación del público que compartía las propias percepciones de la ciencia y la tecnología de la comunidad científica, del valor concedido a sus logros, y del entusiasmo por el apoyo gubernamental a la investigación (La Porte y Chisholm, 440).

Apuntó la limitación que suponía ofrecer escasos datos en función de las variables socioeconómicas, y la ausencia de correlaciones entre ítems, o de índices basados en más de un ítem, que pudiesen explicar con más precisión la variación de las actitudes observadas. Además, anticipó la necesidad de identificar los segmentos del público más propensos a obtener nuevos conocimientos e información sobre ciencia y tecnología, y a actuar en función de sus creencias, lo que permitiría analizar las actitudes públicas hacia la ciencia propias de estos grupos que, por sus características, resultaban especialmente relevantes. Otra de las carencias que señaló fue el carácter excesivamente abstracto de los ítems, en los que los términos 'ciencia' y 'tecnología' se empleaban de forma muy general. Pero el principal defecto de estos estudios estribaría, a su juicio, en la vinculación que establecían entre ciencia y tecnología como si fueran una misma cosa, sin distinguir los diferentes principios, métodos, productos, y consecuencias de una y otra, ni el distinto tipo de regulación y apoyo gubernamentales de ambas actividades, algo que, además confundir al público, mostraba una ambigüedad inherente al fundamento conceptual de la propia encuesta que afectaría a los resultados.

Pero no sólo se limitó a identificar los defectos, sino que hizo algunas propuestas. Consideraba que los estudios no habían aportado pruebas suficientes de la existencia implícita del vínculo entre las actitudes de los individuos hacia la ciencia y la tecnología y su comportamiento o forma de actuar con relación a ellas. De manera que sugiere que en el futuro además de tratar de averiguar las motivaciones que conducen al público a actuar en una u otra dirección, deberían dirigir su atención hacia otros dos aspectos de la acción individual. En primer lugar, analizar el nivel de conocimientos o destrezas necesario para que los individuos tengan la confianza suficiente y actúen con eficacia, y en segundo lugar, analizar el nivel necesario para percibir no sólo la existencia de oportunidades de actuar, sino también que éstas sean eficaces.

Por otro lado, este tipo de estudios suponían la idea de que las actitudes hacia la ciencia y la tecnología podían cambiar y que sería posible diseñar políticas públicas para modificarlas. Por tanto, además de incluir en las encuestas ítems que detectaran cambios en las actitudes, parecía necesario incluir otros que permitieran comprender las causas de esos cambios en el caso de producirse. Habría que analizar cómo se originaban las actitudes, puesto que, a su juicio, las conclusiones sobre actitudes públicas extraídas de las respuestas a las preguntas incluidas en las encuestas, no aportaban una comprensión ni de los orígenes ni del contexto de las mismas –sino que informaban más de las creencias y suposiciones de sus diseñadores que de las percepciones y creencias del público sobre la ciencia y la

tecnología. Él concibe las actitudes públicas como una mezcla de información y significados simbólicos, y juzga necesario profundizar más en los conocimientos que posee el público y en los significados simbólicos que atribuye a ciertos temas científicos (La Porte y Chisholm, 445).

Pion y Lipsey identificaron nuevas carencias en el diseño de las encuestas realizadas hasta el año 1976. Apuntaron la necesidad de elaborar un programa de encuestas encaminado a tratar de determinar con más regularidad, precisión, y profundidad los cambios de las concepciones y de las actitudes públicas hacia la ciencia y la tecnología a lo largo del tiempo. Además, sugirieron la puesta en marcha de análisis comparativos de los resultados correspondientes a los estudios realizados hasta entonces. También propusieron que se analizara cómo influía, en el caso de hacerlo, la formulación de las preguntas, en las respuestas de los encuestados, puesto que existían indicios de que tanto el tono como las distintas redacciones de un mismo ítem, e incluso la propia situación en la que se llevaba a cabo la entrevista, podían influir en las contestaciones. También llamarón la atención sobre la necesidad de analizar las concepciones previas que poseía el público respecto a la distinción entre ciencia y tecnología, y a las diferentes áreas de la ciencia. Por último, señalaron la importancia de relacionar las características de los diferentes subgrupos del público con distintas actitudes hacia la ciencia y la tecnología (Pion y Lipsey, 314).

A partir de 1979, se produjo un aumento de la complejidad en el diseño de las encuestas de percepción de la ciencia, lo que supuso el inicio de una segunda fase en el desarrollo de este tipo de estudios. La evaluación de las actitudes mantuvo su importancia –incluso se enriqueció con nuevas preguntas–, se otorgó una mayor relevancia a la evaluación de conocimientos, y se introdujo una división del público en tres grupos o categorías. Pero no sería hasta la década de 1980 cuando las encuestas comenzaron a consolidar su estructura actual, y a mantener la estabilidad necesaria para poder establecer comparaciones –mediante la observación de la evolución de las respuestas a lo largo del tiempo. Esto permitió contrastar de forma más fiable los posibles cambios de interés, nivel de información, comprensión, y actitudes del público, puesto que de lo contrario resultaría complicado distinguir los cambios debidos a las modificaciones introducidas en los ítems de medición, de aquellos cambios reales producidos en la percepción del público con el paso del tiempo. La contrastación de los resultados de los estudios de 1981 y de 1979, permitió elaborar la primera cuantificación de la alfabetización científica. En

1983 Jon D. Miller –principal responsable desde 1979, y durante veinte años, de la elaboración de los estudios de comprensión y actitudes hacia la ciencia en los *Science Indicators*– propuso la definición de la alfabetización científica cívica que se ha mantenido vigente en las encuestas hasta la actualidad –con la introducción de algunas modificaciones en años posteriores. Miller definió la alfabetización como un constructo constituido por tres dimensiones sobre las que determinar el umbral mínimo a partir del cual se puede considerar que un individuo posee la competencia suficiente para poder leer las informaciones sobre política científica publicadas en los medios de comunicación –como en la sección semanal de ciencia de *The New York Times*. La importancia de la adquisición de dicha competencia estribaría en que permitiría comprender los argumentos en liza de una determinada disputa o controversia, dado que, según este autor, es en una controversia política cuando la alfabetización científica cívica se vuelve funcional. Las tres dimensiones a las que se refiere son, en primer lugar, un vocabulario básico de términos y conceptos científicos, en segundo lugar, la comprensión de los procesos o de las bases empíricas de la ciencia, y por último, la conciencia del impacto de la ciencia y la tecnología sobre los individuos y la sociedad.[97] Ya en la década de 1990, observó que en los estudios multinacionales la tercera dimensión variaba de forma significativa de un país a otro, con lo que optó por limitar estos análisis internaciones a una medición bidimensional (Miller, J. 1992, 25).[98]

---

[97] Como vimos en el capítulo anterior, B. S. P. Shen sugirió en 1975 la utilidad de distinguir tres categorías distintas de alfabetización científica: práctica, cívica, y cultural. El trabajo desarrollado por Miller en las últimas tres décadas ha consistido principalmente en la conceptualización y cuantificación de la segunda de ellas (Miller, J. 1998, 204).

[98] Entretanto, en 1983 había introducido una nueva variante de la definición, compuesta por cuatro elementos: a) conocimientos básicos sobre la ciencia, como los que podrían aparecer en un libro de texto, b) la comprensión de métodos científicos, como la utilización de la probabilidad y la realización de experimentos, c) el reconocimiento de los resultados positivos de la ciencia y la tecnología, y d) el rechazo de creencias supersticiosas como la astrología o la numerología. En una modificación posterior hacía referencia a tres dimensiones: a) la comprensión de constructos y conceptos científicos básicos, como molécula, DNA, y la estructura del sistema solar, b) la comprensión de la naturaleza y de los procesos de la investigación científica, y c) unos hábitos regulares de consumo de información (Bauer, Allum, y S. Miller, 80; Miller, J. 2002, 4).
Por otro lado, la evaluación de la comprensión pública del método científico o de las bases empíricas de la investigación científica, tomaba como referencia la concepción popperiana expuesta en la obra *La Lógica de la Investigación Científica*. Como consecuencia de ello, algunos críticos de la propuesta de Miller la han denominado 'marco de codificación normativo'. Han negado su validez como criterio universal para evaluar la comprensión del público, alegando que representa una concepción particular de la ciencia –propia de los científicos en ejercicio-, de modo que su cuantificación reflejaría únicamente la difusión entre el público de una noción concreta de la misma, entre otras posibles. En respuesta a esta crítica, Miller ha alegado que la cuantificación de la dimensión relacionada con los procesos de la ciencia propuesta por él, está diseñada precisamente para medir el nivel de comprensión pública de la concepción científica tal y como la entienden y manejan los científicos, que sería , a su vez, la que se emplea en los debates sobre políticas públicas emprendidos por los responsables de la política científica (Miller, Pardo, Niwa, 60; Bauer y Schoon, 143; Miller J. 1993, 237).

Antes de su publicación, los informes se enviaban a un panel de evaluadores externos con el fin de que analizasen la corrección de los métodos y procesos empleados en los mismos, así como el propio diseño de la encuesta. El informe llevado a cabo en 1985 tuvo la particularidad de no estar basado en una encuesta nueva y realizada de forma específica, como en las ocasiones previas –y como sucedería posteriormente–, sino que se basaba en encuestas relacionadas con el tema pero elaboradas anteriormente. Esta circunstancia suscitó dudas y críticas sobre la metodología del informe entre algunos investigadores –que ampliaron sus sospechas a los métodos seguidos en los demás años–, lo que dio lugar a la correspondiente aclaración pública sobre la metodología aplicada, por parte de Miller (Beveridge and Rudell, 375; Miller, J. 1989, 606).

En los años siguientes, se fueron perfeccionando las mediciones de los análisis realizados tanto en los *Science Indicators* como en otros desarrollados a partir de entonces en distintos países. Paulatinamente se desplazó el foco de atención desde el interés por evaluar las actitudes del público respecto a la ciencia y los científicos, hacia los mecanismos de comprensión de la ciencia y la tecnología, y hacia la utilización de esa información en la formulación de políticas científico-tecnológicas. Aunque esto no significa de ninguna manera que se produjera una disminución en el interés por analizar las actitudes de los encuestados (Durant, Evans, y Thomas 1992, 161).

En 1988, Jon D. Miller, Geoffrey Thomas, y John Durant, elaboraron un conjunto de ítems de conocimiento en los que se preguntaba directamente al público por una serie de conceptos y constructos científicos, de forma que el estudio de ese año incorporó preguntas abiertas, cerradas, multirespuesta, y de verdadero o falso, que proporcionaban una mejor estimación de los conocimientos del público que la obtenida en cualquier estudio anterior. Para evaluar la comprensión pública de los métodos propios de la investigación científica se recurrió a una pregunta cerrada sobre el concepto de probabilidad aplicado a un caso concreto, y a una abierta sobre el significado de la noción de 'estudio científico'.[99] Posteriormente, en 1992, se añadió una pregunta cerrada dirigida a evaluar la comprensión de la naturaleza de un experimento científico, y ese mismo año se introdujo un indicador de la comprensión de la investigación, que baremaba los resultados de los tres ítems anteriores.

[99] Además, desde 1979, se incluía otro ítem en el que se preguntaba a los encuestados por el carácter científico o no de la astrología, con el fin de explorar su comprensión de la naturaleza de la investigación científica. También se introdujeron preguntas relacionadas con proyectos de investigación relevantes y de actualidad, y con productos o resultados específicos de la investigación científica (Miller, Pardo, Niwa, 60; Miller, J. 2004, 275).

Lo cierto es que los propios encargados del diseño de los ítems, reconocieron la mayor dificultad de medir la comprensión de la naturaleza de la investigación científica, y advirtieron de la necesidad de ir mejorando el sistema de evaluación. Por otro lado, también había que encontrar el equilibrio adecuado entre el número de preguntas abiertas y cerradas, puesto que estas últimas, a pesar de los factores de corrección aplicados, pueden llevar a sobreestimar el verdadero nivel de comprensión, mientras que las primeras conllevan problemas tanto en el momento de planteárselas al entrevistado –dado que pueden provocarle cierto hastío, especialmente en las entrevistas telefónicas–, como en el de analizar y codificar las respuestas, aunque pueden ofrecer una estimación más precisa de los conocimientos reales.

Desde aquel momento se incluiría una selección de estas preguntas en encuestas realizadas en diferentes países –como los Eurobarómetros de la Unión Europea–, de forma que su reiteración en sucesivos estudios, junto a la inclusión de otras en función de las necesidades e intereses del momento, ha supuesto la existencia de una medida duradera de la comprensión pública de la ciencia, que ha permitido la comparación temporal y transcultural de los resultados (Miller, J. 2006, 4).

Si bien la línea de investigación propuesta por Miller, centrada en la alfabetización científica cívica como principal referencia de la comprensión pública de la ciencia, resultó ser la más influyente en la elaboración de las encuestas de percepción de la ciencia en los *Science Indicators* y en los Eurobarómetros –de forma especial en los primeros–, también se puso en práctica otro modelo de encuesta de percepción pública, como la llevada a cabo en Gran Bretaña en 1988 en el marco de un programa de investigación del *Economic and Social Research Council*. Se trataba de un modelo que divergía no tanto en los métodos de cuantificación de la comprensión como en la justificación teórica y en los objetivos que perseguía. A diferencia del programa de Miller, los responsables de este estudio no partían de una idea concreta de alfabetización, sino que pretendían evaluar la comprensión científica con el fin de identificar las representaciones populares de la ciencia, y poder establecer comparaciones entre los niveles de comprensión y las distintas representaciones observadas. Este planteamiento de partida les eximía de tener que definir previamente un umbral mínimo de alfabetización, dado que optaba por una medida escalar de la comprensión de la ciencia. A pesar de las diferencias, la colaboración entre los responsables del estudio y Jon D. Miller propició que ambas líneas de investigación emplearan métodos similares para cuantificar los conocimientos del público. En este segundo enfoque se diferenciaban tres dimensiones de la comprensión: a) contenidos teóricos y factuales de la ciencia, b) procesos prácticos e intelectuales de la investigación científica, y c) instituciones sociales de la ciencia. Aunque la tercera

dimensión enunciada, no se incluyó finalmente en el estudio, como se verá en el siguiente capítulo (Durant, Evans, y Thomas 1992, 164; Durant, Evans, Y Thomas 1989, 11).

4.2. ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA EN ESTADOS UNIDOS

4.2.1. Estudios previos a los Science Indicators

Las encuestas de 1957 y 1958 prestaban poca atención al nivel de conocimientos de los encuestados, con apenas cuatro ítems enfocados a evaluarlo, y estaban concebidas principalmente para analizar pautas de consumo –tanto de medios de comunicación en general como de los dedicados de forma más específica a la ciencia y la tecnología–, las actitudes hacia la ciencia y los científicos, el interés por la información científica en general y por determinadas áreas en particular y, en menor medida, la participación de los ciudadanos en el diseño de la política científico-tecnológica.

Las cuatro preguntas dirigidas a evaluar el nivel de conocimiento trataban los temas de la lluvia radiactiva, la fluorización del agua potable, la vacuna contra la poliomielitis, y los satélites artificiales. En 1957 se formuló una pregunta abierta relacionada con la comprensión de la naturaleza de la investigación científica, en la que se pedía al público que explicase qué significaba estudiar algo científicamente. Aproximadamente el 12% de los encuestados respondió de forma mínimamente aceptable. Dentro del contexto generalizado del bajo nivel de conocimientos científicos y de comprensión de la actividad científica por parte del público en general de la época, los resultados de los ítems de conocimiento e interés indicaban una clara correlación entre la educación científica de los encuestados y su nivel de información sobre noticias científicas aparecidas en los medios, así como con su interés en la ciencia. Dos de cada tres encuestados se mostraron capaces de recordar al menos una noticia científica aparecida en periódicos, revistas, radio, o televisión, teniendo una especial relevancia las relacionadas con temas médicos. Los niveles de información e interés de los hombres resultaban ser algo mayores que los de las mujeres, y la franja de edad con índices más altos se situaba entre finales de los 20 y 30 años, siendo los mayores de 65 los que resultaban estar menos informados.

La comparación entre los resultados de ambos estudios, relativos al nivel de conocimientos científicos del público sobre un ítem vinculado con los satélites artificiales, puso de manifiesto que no se había producido un aumento significativo de dicho nivel, a pesar del considerable incremento de la cobertura

científica –más de un 50%– que había tenido lugar en la mayoría de los diarios nacionales del país tras el lanzamiento del *Sputnik I* en 1957. Por lo que respecta a las actitudes del público hacia la ciencia en general, el mayor interés de los medios hacia la información científica no se vio acompañado de un aumento paralelo de la tasa de lectura de obras o noticias científicas por parte del público, ni de una variación significativa de sus actitudes. Los estudios mostraron que el interés del público hacia la información científica era mayor cuando se trataba de noticias de actualidad de carácter específico –frente a informaciones generales o abstractas–, y cuando los hechos narrados tenían una mayor relevancia para el comportamiento y el bienestar humano. Para el 50% de los encuestados la principal motivación a la hora de prestar atención a la información científica era mantenerse al corriente de los acontecimientos científicos, seguida de la importancia de la ciencia para la supervivencia del mundo y de los individuos (con un 25%), y de la utilidad y el interés mismo de la propia ciencia (14%). Un 83% respondió que el mundo era mejor debido a la ciencia, frente al 2% que consideraba que era peor, y al 8% que manifestaba una posición ambivalente respecto a esta cuestión. El 94% pensaba que la ciencia y la tecnología hacen la vida más saludable, fácil, y cómoda, el 40% creía que la ciencia y la tecnología hacen que la vida cambie demasiado deprisa, y aproximadamente el 50% sostenía que dependemos demasiado de la ciencia y no lo suficiente de la fe. La contribución de la ciencia a la carrera armamentística era vista como la principal fuente de efectos negativos de la ciencia. Por el contrario, su contribución a la mejora de la salud, a una mayor calidad de vida, y a las mejoras industriales y tecnológicas, eran consideradas como sus contribuciones más positivas. Tan sólo un 12% hacía responsable a los científicos de los efectos negativos de la ciencia (Withey 384; Miller, J. 2004, 276).

4.2.2. Primera fase de los Science Indicators

El papel central de la evaluación de las actitudes hacia la ciencia y la tecnología, y de las preferencias políticas con relación al gasto del Gobierno, se mantuvo también en la primera fase de las encuestas de la serie iniciada en 1972. Una fase que duró hasta el año 1976 y que reflejaba las preocupaciones de la comunidad científica, puesto que también incluía ítems dirigidos a determinar el estatus otorgado a los científicos y a los ingenieros por la sociedad estadounidense (Miller, J. 1992, 23; Krieghbaum, 1092).

Los responsables de la encuesta llevada a cabo en 1972 la concibieron para que sirviera de referencia a futuros estudios sobre las consecuencias de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana de los ciudadanos, dada la importancia de la opinión pública en la toma de decisiones políticas relacionadas con la ciencia. El informe basado en sus resultados concluía que el público mostraba su aprobación respecto a los logros de la ciencia y la tecnología obtenidos en el pasado, pero mostraba todavía más confianza en sus posibilidades futuras para resolver problemas. Confianza que, a su vez, resultaba ser mayor que la satisfacción en las aplicaciones de ese momento. Los científicos, como profesionales, obtuvieron la segunda posición en virtud del prestigio que les atribuía el público, tras los médicos, y por delante de los ministros y de los ingenieros que ocupaban la tercera y cuarta posición, respectivamente. Los principales efectos beneficiosos de la ciencia y la tecnología se atribuían a las mejoras en la investigación médica (54%), investigación espacial (12%), investigación atómica (5%), y a los esfuerzos por mejorar el medioambiente (5%). En el lado opuesto, los principales aspectos negativos más citados fueron la ausencia de preocupación por el medioambiente (27%), la excesiva atención prestada al programa espacial (16%), el desarrollo de armas bélicas (9%), la destrucción de los recursos naturales y el desarrollo de medicinas nocivas (ambas con un 2%). Las posiciones más positivas hacia la ciencia provenían de los encuestados de mediana edad, altos ingresos, y con educación universitaria. Los más jóvenes tendían a ser más críticos con las contribuciones de la ciencia en el pasado, pero albergaban esperanzas positivas respecto a sus contribuciones futuras. Por último, las personas de edad más avanzada eran los que más críticos se mostraban tanto con las contribuciones pasadas como con las futuras ("Survey of Public Attitudes…" *Science News*, 151).

La comparación de los resultados obtenidos en las encuestas de 1957, 1958, 1972, 1974, y 1976, muestra una disminución de la confianza pública en la ciencia y la tecnología –aunque lo cierto es que en términos generales, entre 1966 y 1977, la ciencia, junto a la medicina, fue una de las instituciones sociales que menos prestigio perdió entre el público. Una situación que se enmarca en el periodo de aparición de voces críticas hacia los posibles efectos perniciosos de la ciencia y la tecnología, a finales de la década de 1960 y principios de la siguiente, tanto en el ámbito de la popularización como en el del

tratamiento público de la información científica por parte de ciertos grupos, como vimos en el capítulo anterior.[100]

A juicio de Pion y Lipsey, las respuestas mostraban que el público tenía una imagen bastante superficial, imprecisa, e incluso contradictoria, de la ciencia como institución y como actividad. A su vez reflejaban una imagen estereotipada y distorsionada de los científicos –algo que sin embargo no repercutía de forma negativa en su prestigio–, y además, el público parecía no diferenciar entre ciencia y tecnología. Pese a la gran mayoría de los encuestados que se mostraban favorables a la ciencia en general, esta falta de claridad en las nociones del público sobre la ciencia y la tecnología contribuiría a que el apoyo que manifestaban no fuese muy rotundo.

Los encuestados del estudio de 1976 mostraron una mayor tendencia a enfatizar aquellos beneficios prácticos de la ciencia y la tecnología encaminados a solucionar problemas de la vida cotidiana, tanto desde el punto de vista de sus preferencias sobre al gasto de los impuestos, como de lo que consideraban que eran las principales contribuciones de la ciencia. Aunque, en comparación con los estudios de 1972 y 1974, en 1976 se aprecia un descenso de las preferencias del público con relación a la financiación de todas las categorías de ciencia y tecnología incluidas en las preguntas, llama la atención el bajo nivel obtenido por la investigación básica. Tan sólo un 9% de los encuestados se inclinaba por aumentar la financiación de esta última, un índice inferior a los revelados anteriormente (19% y 21%, respectivamente), lo que indicaba una disminución del número de individuos que asociaban los beneficios prácticos de la ciencia con la investigación básica, quizá debido a su desconocimiento de esta última (Pion y Lipsey, 306).

En líneas generales el perfil del público más próximo a la defensa de la ciencia y la tecnología se correspondía con un público de clase media, culto y de mediana edad. No obstante, lo cierto es que en

---

[100] Pese al descenso del número de encuestados que consideraban que la ciencia y la tecnología habían mejorado la vida –en comparación con los estudios llevados a cabo en la década de 1950-, y al igual que sucediera entonces, en las encuestas realizadas en 1972, 1974, 1976 una parte mayoritaria del público manifestaba una posición favorable hacia la ciencia, con unas cifras del 70%, 75%, y 71% respectivamente, frente al 83% de las primeras encuestas. A su vez, aquellos que respondieron la opción contraria pasaron de ser un 2%, a finales de los años 50, a un 8%, 5%, y 7% en los años posteriores, aumentando también los que mostraron una posición ambivalente a esta pregunta, desde el 8% hasta el 13%, 14%, y 15%, respectivamente. Ante la pregunta '*En términos generales, ¿la ciencia y la tecnología hacen más bien que mal, más mal que bien, o más o menos lo mismo?*', los encuestados se mostraron menos optimistas que en la cuestión anterior, siendo los porcentajes de aquellos que consideraban la primera opción, 54%, 57%, y 52%, si bien es cierto que el número de los que optaron por la segunda opción también descendió –comparados con los que contestaron en términos negativos a la pregunta anterior- con unos porcentajes del 4%, 2%, 4%, y resultando ser amplio el número de los que contestaron a la tercera opción con el 31%, 31%, y 37% del total, en los años 1972, 1974, y 1976 (Pion y Lipsey, 304).

las encuestas de 1972, 1974, y 1976, se aprecia un aumento del escepticismo de algunos miembros de este segmento hacia los efectos de la ciencia y la tecnología, así como la demanda de un mayor control sobre ellas. Lo que supondría que dicho segmento reuniría tanto a los máximos defensores como a algunos de los críticos más activos e influyentes en determinadas circunstancias –siempre dentro del contexto mencionado, el de la década de 1970, en el que predominaron las actitudes favorables, pero en el que al mismo tiempo se produjo un crecimiento de actitudes críticas.

4.2.3. Encuesta sobre percepción pública de la tecnología, 1970

Las encuestas que hemos presentado hasta el momento, o bien se centraban en la ciencia –como era el caso de las realizadas en los años 1957 y 1958–, o bien hacían referencia tanto a la ciencia como a la tecnología –como sucedía en las iniciadas en 1972 dentro del marco de los *Science Indicators*. Por esta razón consideramos interesante apuntar algunas de las conclusiones de una encuesta llevada a cabo en 1970 por el *Harvard University Program on Technology and Society*, ideada para sondear las actitudes del público hacia la tecnología exclusivamente. Este estudió reveló muchas similitudes con la tendencia general de las actitudes públicas puestas de manifiesto por las encuestas inauguradas en 1972. Al tratar un tema tan poliédrico como la tecnología, la encuesta desveló posiciones ambivalentes por parte del público, vinculadas a su percepción tanto de los beneficios como de los riesgos. Una ambivalencia que había aumentado respecto a la hallada en las encuestas de la década de 1950 con relación al progreso científico. No obstante, en términos generales no reflejaba el estado de opinión que cabría esperar atendiendo a las voces críticas –provenientes de algunos medios de comunicación y de ciertos sectores beligerantes– hacia las consecuencias del desarrollo tecnológico. La mayoría de los encuestados consideraban que la tecnología era más beneficiosa que perjudicial, y ante la afirmación '*La tecnología hace más bien que mal*', el 76,1% se mostró de acuerdo, el 11,5% en desacuerdo, y el 12,4% afirmó no tenerlo claro (Taviss, 608).[101] Las declaraciones relacionadas con la posible alienación provocada por la

[101] Cuando el ítem se formulaba de la siguiente manera, '*¿En términos generales, diría que la tecnología es más beneficiosa o más perjudicial?*', aumentaba el porcentaje de individuos que elegía la primera opción, con un 83% que la consideraba más beneficiosa, un 7% que afirmaba que era más perjudicial, y un 10% que manifestaba no estar seguro. En términos globales, ambas formulaciones reflejan una opinión pública sobre la tecnología más favorable que la que posteriormente mostraron las

tecnología –no tanto aquellas vinculadas a posiciones antitecnológicas– provenían principalmente de los individuos con menores niveles de educación e información, mientras que aquellos con niveles de educación e información superiores, mostraban un mayor apoyo a la tecnología, si bien es cierto que los primeros afirmaban en mayor proporción que la tecnología implicaba más beneficios que perjuicios. Los encuestados manifestaban también su mayor inclinación a favorecer aquellos desarrollos tecnológicos que tuviesen una aplicación más directa en la vida cotidiana que aquellos otros percibidos como más lejanos, como era el caso del programa espacial. Así mismo, se mostraban satisfechos con el papel que a su juicio jugaban los expertos en la toma de decisiones vinculadas a temas tecnológicos. Aunque afirmaban que preferían intervenir ellos mismos de alguna manera en la toma de decisiones relacionada con los asuntos que les podían afectar más directamente, y dejar en manos de los expertos las decisiones sobre temas menos próximos a su vida cotidiana. Se apreciaba también una tendencia a favorecer la toma de decisiones mediante el voto directo del ciudadano y a restar poder de decisión al Congreso (Taviss, 620).

4.2.4. Segunda fase de los Science Indicators

A partir de 1979, se inició una segunda fase en las encuestas que servían de base al capítulo de las actitudes públicas de los *Science Indicators*. Junto a un mayor grado de complejidad, se otorgaba importancia a la evaluación de actitudes y conocimientos, y a los indicadores de participación esperada ante determinados temas y controversias relacionados con la ciencia. Se ampliaron las cuestiones relacionadas con el gasto gubernamental y se incluyeron otras relativas a las fuentes de información científica de los encuestados. Partiendo de una pregunta abierta formulada en 1957, se incluyó una doble pregunta dirigida a analizar la comprensión de la naturaleza de la investigación científica. En primer lugar, se pidió al público que juzgara si su comprensión de lo que significa estudiar algo científicamente era buena, muy general, o mala. Y a continuación, a aquellos que habían elegido la primera opción se les propuso que explicasen con sus propias palabras qué significaba estudiar algo científicamente. Aproximadamente el 14% de los entrevistados dio una respuesta mínimamente aceptable.

---

encuestas de los *Science Indicators* al preguntar por la ciencia y la tecnología en los años 1972, 1974, y 1976 (Taviss, 610).

Pero una de las novedades más relevantes fue la introducción de la división del público en tres grupos, establecida en función del interés que los encuestados afirmaban tener en los asuntos relacionados con la política científico-tecnológica, y de su propia valoración del nivel de información que poseían. El primer grupo, que se denominó 'público atento', era aquel que afirmaba estar muy interesado, se consideraba muy bien informado, y se mantenía al corriente de las noticias con la ayuda, al menos, dos de los siguientes medios: televisión, revistas, periódicos, o revistas de ciencia. El segundo, el 'público interesado', manifestaba tener un gran interés, pero no se consideraba bien informado. Y el tercer grupo, el 'público residual', declaraba no estar interesado en estos temas.[102] Jon D. Miller explica una de las posibles utilidades de la introducción de esta distinción con las siguientes palabras:

> "¿Tienden las personas atentas a las cuestiones científicas a leer más material científico que otras? ¿Usan las mismas fuentes que los otros? Si hay diferencias en las pautas de consumo de información, puede ser posible desarrollar estrategias específicas para satisfacer las necesidades de información de los diversos segmentos de la sociedad. Puesto que el público atento es más activo que el público interesado y que el público no atento (residual) en la formulación de la política científica, resultará útil observar cómo este grupo –así como el público interesado– emplea cada una de las principales fuentes de información" (Miller J. 1986, 62).

Miller atribuye dos propósitos a la comunicación científica dirigida al público, el primero de ellos hace referencia a la mejora de la alfabetización científica –una tarea a largo plazo–, mientras que el segundo está vinculado a la difusión de información relevante para la formulación de la política científica. A su juicio, es necesario adaptar la información transmitida a cada tipo de público en función de sus características.

---

[102] Esta división se basa en el modelo piramidal que propuso Gabriel A. Almond en1950 para ilustrar los posibles tipos de participación pública en la de la toma de decisiones políticas del Gobierno Federal de los Estados Unidos, con relación a cuestiones que requieren ciertos conocimientos especializados. En la punta de la pirámide se situarían los encargados de decidir la línea política a seguir en un tema concreto –los responsables del Gobierno, y también algunos miembros del poder ejecutivo y del legislativo. A continuación, en un segundo nivel, estaría un grupo conformado por los líderes de opinión que no forman parte del Gobierno, como representantes de áreas científicas y tecnológicas, representantes de centros de investigación independientes, asociaciones y agrupaciones, especializados en el área política de la que se trate. Los tres niveles restantes estarían ocupados por el 'público atento', el 'público interesado', y el público residual, respectivamente (Miller, Pardo, y Niwa, 81; Miller J. 1986, 59).

La conjunción entre la alfabetización científica de los ciudadanos y su pertenencia al 'público atento', reforzaría el papel funcional atribuido por Miller a la primera, en el caso de controversias científicas. En estas y en otras ocasiones, los líderes de opinión en cuestiones científicas apelan a la movilización del público atento, en defensa de ciertas posiciones, con el fin de ejercer influencia sobre los encargados de tomar las decisiones políticas. De manera que si cabe esperar una mayor capacidad de movilización de ese tipo de público ante un posible problema, sería además muy importante que esa capacidad de acción se viese respaldada tanto por un nivel alto de conocimiento y de comprensión de lo que está en juego, como por una comprensión general de los constructos y de los procesos científicos. Una tarea considerada por el autor como la más prioritaria de las asignadas a la comunicación de la ciencia dirigida al público.

Miller admite que, aunque deseable, la alfabetización científica universal no es posible para todo el mundo. La información transmitida al público interesado –carente de una comprensión básica de los conceptos científicos y de la suficiente confianza para abordar todo aquello que aparece bajo el rótulo de 'científico'– debe evitar contener elementos técnicos y, si es posible, recurrir a un formato simple y gráfico. En el caso del público no atento –que no se siente atraído por la ciencia y la tecnología– la información transmitida debería ser de naturaleza práctica, orientada al individuo como consumidor, y estar dirigida a persuadir de la importancia de poseer conocimientos científicos.

A su juicio, la mejor solución a largo plazo para aumentar la alfabetización científica, e incrementar el número de personas atentas a la política científica, consiste en mejorar el interés y la comprensión científica en el ámbito de la educación formal, ya que una vez pasado este periodo la eficiencia de la comunicación disminuye significativamente (Miller J. 1986, 65).

En 1979 el análisis de las actitudes del público continuaba evidenciando una mayoría favorable hacia la ciencia y la tecnología, siendo superior el apoyo del 'público atento' que el del público general.[103] El nivel educativo resultó ser un factor determinante para la pertenencia al primer grupo, de modo que el 55% de los encuestados que poseían una licenciatura se incluían en él, mientras que la cifra descendía hasta el 12% en el caso de aquellos que únicamente tenían estudios de secundaria. De nuevo se observó una mayor tendencia a apoyar aquellos aspectos de la ciencia que más directamente podían atañer a las

[103] Un 90% del 'público atento' estaba de acuerdo con la afirmación '*A fin de cuentas, los beneficios de la investigación científica son mayores que los resultados perjudiciales*', mientras que el porcentaje correspondiente al resto del público era del 66%.

vidas de los encuestados. Cuando se preguntó por sus preferencias a la hora de destinar el gasto público –con trece opciones en total–, los temas que ocuparon las primeras posiciones entre ambos públicos, fueron la mejora de la salud, y la explotación de recursos energéticos y la mejora de la conservación del medio ambiente (en este orden para el público general y en el inverso para el atento). Las últimas posiciones las ocuparon, el descubrimiento de nuevos conocimientos sobre el hombre y la naturaleza, la exploración del espacio exterior, y la predicción y el control del clima, mientras que el desarrollo y la mejora de armas para la defensa nacional ocupó la séptima posición –con una tendencia al alza respecto a los tres años anteriores–, y la educación ocupó el tercer lugar (Walsh, 270).

En el estudio de 1981 se otorgó especial notoriedad al público atento y al interesado, a sus fuentes de información, a su participación en la política y en las actividades políticas públicas, y se mantuvo el interés en los ítems relacionados con las actitudes y con el conocimiento. Como ya se ha avanzado, los ítems destinados a evaluar el conocimiento en los años 1979 y 1981 permitieron elaborar la primera medición de la alfabetización científica en base la conjunción de tres aspectos: el vocabulario de conceptos y términos científicos, la comprensión del método científico, y la conciencia del impacto de la ciencia sobre los individuos y la sociedad. La importancia que adquirió el estudio del público atento en estos informes de actitudes públicas hacia la ciencia y la tecnología, se asentaba en las conclusiones de otras investigaciones que afirmaban que la combinación en un mismo individuo de un alto nivel de interés y de la creencia de conocer cierto tema, tenía como resultado un ciudadano que se mantenía al tanto de ese tema, lo que le permitía aumentar su capacidad de decisión sobre el mismo (Miller, J. 1992, 24).[104]

[104] Durante los años 1979, 1981, y 1983, los resultados derivados de la medición del interés del público en los nuevos descubrimientos científicos, por un lado, y en el uso las nuevas invenciones o tecnologías, por otro, muestran un aumento progresivo del porcentaje de individuos que se declaraban muy interesados. Con unos índices de 36%, 37%, y 48%, en el primer tema, y de 33%, 33%, 42%, en el segundo (los porcentajes correspondientes a aquellos que decían no estar interesados en absoluto, fueron de 14%, 17%, y 11%, en el primer caso, y de 15%, 16%, 12%, en el segundo. El resto de encuestados afirmaba estar moderadamente interesados). A su vez, el porcentaje de participantes que consideraba estar muy bien informado sobre estos temas, fue del 10%, 13%, y 13%, en el primero, y del 10%, 11%, 14%, en el segundo (y el de quienes decían no estar informados en absoluto, del 37%, 38%, y 34%, en el primer tema, y del 39%, 40%, y 32%, en el segundo. El resto de participantes afirmaba estar moderadamente bien informado). Por otro lado, los porcentajes correspondientes al 'público atento' en estos tres años, fueron del 7%, 9%, y 9%, respecto al primer tema, y del 6%, 8%, y 8%, respecto al segundo, y del 9%, 12%, y 13%, para un tercer tema referido a la política científica y tecnológica. Mientras que las cifras correspondientes al 'público interesado' fueron del 29%, 28%, y 40%, en el primer tema, del 27%, 26%, y 34%, en el segundo, y del 37%, 35%, y38%, en el tercero.

En 1983 y 1985 una de las formas empleadas para evaluar la actitud del público hacia la ciencia consistió en someter a su consideración cuatro afirmaciones. El 84%, en 1983, y el 86%, en 1985, reconoció estar de acuerdo con la primera de ellas, que afirmaba que la ciencia y la tecnología estaban haciendo la vida más saludable, más fácil, y más cómoda. En la segunda, que decía que los beneficios de la ciencia eran mayores que los efectos perjudiciales, los porcentajes de acuerdo fueron del 57% y del 68%. En la tercera, el 50% y el 53% mostró su desacuerdo cuando se afirmó que la ciencia hace que nuestra vida cambie demasiado rápido. Por último, en la cuarta se afirmaba que dependemos demasiado de la ciencia y no lo suficiente de la fe, y los porcentajes de desacuerdo fueron del 43% y del 39%.

Por otro lado, se pidió a los encuestados que valorasen el impacto positivo, negativo, o nulo, de la ciencia y la tecnología sobre cinco aspectos de la vida. El 84% pensaba que el efecto sobre el nivel de vida era positivo, y el 9 % que era negativo. En el caso de las condiciones de trabajo, la salud pública, la paz en el mundo, y el disfrute individual de la vida, los porcentajes fueron del 79%, y 12%, 83% y 12%, 42% y 33%, y 70% y 15%, respectivamente.

En líneas generales, del estudio realizado en 1985 se podía concluir que, salvo en ciertas áreas, el público norteamericano manifestaba un gran apoyo a la ciencia y la tecnología, un apoyo supeditado principalmente a la capacidad que les atribuía de resolver problemas y mejorar la calidad de vida.[105]

4.2.5. Encuesta tipo de percepción pública de la ciencia de los Science Indicators, 1992

Ya en la década de 1990, la encuesta realizada en 1992 se configuró con la estructura que se ha mantenido vigente hasta la actualidad, con tres secciones principales: *interés e información*, *comprensión pública de la ciencia, y actitudes*.[106] En el presente apartado mostraremos de forma detallada dicha

[105] La comparación de las respuestas dadas a otra de las preguntas –*En términos generales, ¿la ciencia y la tecnología hacen más bien que mal, más mal que bien, o más o menos lo mismo?*- muestra la evolución de la actitud del público a lo largo de los años, y pone de manifiesto un incremento de las posiciones favorables en los estudios realizados en la primera mitad de la década de 1980 – si bien es cierto que con una tendencia a la baja-, respecto a lo sucedido en la de 1970. Ya que si la media de los que eligieron la primera opción en esta década fue de un 54%, en los años 1983, 1984, y 1985 esta cifra subió hasta el 65% (73% en 1983, 63% en 1984, y 58% en 1985).

[106] Además, este año la encuesta se completó con una cuarta sección en la que se analizaba la comprensión y las actitudes de la juventud. Al no tratarse de una sección fija, no nos ocuparemos de ella en este punto.

configuración, con el fin de que sirva de modelo en el que ubicar los principales resultados acumulados de los *Science Indicators*, presentados en el siguiente apartado.

La primera sección estaba dirigida a analizar el interés del público, el nivel de información que creía tener sobre una serie de temas, y las fuentes a las que recurría para informarse. El 36% de los encuestados se declaraba muy interesado en los nuevos descubrimientos científicos, y el 37%, lo estaba en el uso de las nuevas invenciones y tecnologías (el 15% y el 10% no lo estaban en absoluto). Respecto a otros temas, como los nuevos descubrimientos médicos y la exploración espacial, los porcentajes de los muy interesados eran del 66% y del 22% (el 3% y el 28% no tenían ningún interés).

El número encuestados que reconocían estar muy interesados en estos temas era notablemente superior al de los que se consideraban muy bien informados sobre ellos. El 12% decía estar muy bien informado sobre los nuevos descubrimientos, y el 10%, sobre el uso de las nuevas invenciones y tecnologías, mientras que el 34% y el 33%, no se consideraban informados en absoluto. Cuando el tema en cuestión era el de los nuevos descubrimientos médicos, los que se consideraban muy bien informados eran un 22%, y los que admitían estar totalmente desinformados, un 21%.

De los resultados se derivaba que cuanto mayor era el nivel de educación de los entrevistados, mayor era su interés por la ciencia y, en menor medida, por la tecnología. De este modo, de los que poseían título universitario, el 44% decía estar muy interesado en la primera, y el 40% en la segunda, frente al 32% y 34% de los que habían finalizado sus estudios formales a los nueve años o antes.

En cuanto al grado de atención de los encuestados relativo a los nuevos descubrimientos científicos, al uso de las nuevas invenciones y tecnologías, y a la política científica y tecnológica, el 7%, el 6%, y el 10%, pertenecían a la categoría de 'público atento', mientras que el 29%, el 30%, y el 40% pertenecían a la de 'público interesado'.

Se preguntó también por el uso de las fuentes de información sobre ciencia y tecnología. Los informativos de la televisión fueron los más citados, con un 95% de encuestados que afirmaba verlos al menos una hora al día, seguidos de la radio, escuchada en esas mismas condiciones por el 64%, en tercer lugar estaban los periódicos, con un 56% que decía leer al menos uno todos los días, a continuación, las bibliotecas públicas, con un 42% que acudía a ellas cinco o más veces al año, las revistas de noticias, leídas por el 28% de forma regular y, en última posición, las revistas de ciencia,

leídas regularmente por el 9%.[107] En el caso del 'público atento', el orden variaba y los periódicos se situaban en el segundo lugar, por delante de la radio (Science & Engineering Indicators 1993. *Capítulo 7. Interest in and Information about S&T*).

La segunda sección tenía por objeto el análisis de la comprensión pública de la ciencia, e incluía una serie de preguntas dirigidas a evaluar los conocimientos sobre una serie de conceptos y términos fundamentales de la ciencia.[108]

En primer lugar, los entrevistados tenían que pronunciarse sobre la verdad o falsedad de catorce afirmaciones, y responder a dos preguntas que ofrecían opciones de respuesta.[109] Con una media total de aciertos del 61,4%, las tres afirmaciones que obtuvieron un mayor porcentaje fueron: "*fumar provoca cáncer de pulmón*" (94%), "*el oxígeno que respiramos proviene de las plantas*" (86%), y "*el centro de la Tierra es muy caliente*" (81%). Y las que obtuvieron el menor porcentaje: "*los antibióticos matan tanto bacterias como virus*" (35%), "*los láseres funcionan mediante la concentración de ondas sonoras*" (37%), y "*el universo se originó en una explosión enorme*" (38%).

Como era de prever, el nivel educativo resultó ser un factor determinante en el porcentaje de aciertos, de modo que la media correspondiente a los encuestados con estudios universitarios fue del 79%, y la de

---

[107] Complementariamente el informe recogía datos de una encuesta sobre la comprensión pública de la biomedicina, realizada de forma separada. En ella se había preguntado por el uso de las fuentes de información sobre temas de medicina y salud. La fuente más citada volvió a ser la televisión (32%), seguida de los periódicos (19%), los médicos (14%), y las revistas (13%). Por otro lado, las fuentes en las que más confiaba el público a la hora de informarse sobre una enfermedad cardiaca eran los médicos (76%), seguidos de un posible informe del Instituto Nacional de Salud (67%), un artículo de un científico (54%), un artículo en *Time* o *Newsweek* (46%), un informativo de televisión (28%), el periódico local (16%), y un programa de entretenimiento y entrevistas en la televisión (12%). El análisis de los resultados ponía de manifiesto un hecho llamativo, puesto que a excepción de los que habían citado a los médicos como su principal fuente de información, el resto de encuestados, no parecía depositar su máxima confianza en la principal fuente que utilizaba para informarse (Science & Engineering Indicators 1993.

[108] Además incluía dos apartados dedicados a la biomedicina y a la ecología. En este caso no expondremos los resultados obtenidos en los mismos por no tratarse de secciones fijas.

[109] Las afirmaciones y las preguntas planteadas fueron las siguientes: 1."*El centro de la Tierra es muy caliente*", 2."*Toda la radiactividad está producida por el hombre*", 3."*El oxígeno que respiramos proviene de las plantas*", 4."*Son los genes del padre los que determinan el sexo del bebé*", 5."*Los láseres funcionan mediante la concentración de ondas sonoras*", 6."*Los electrones son más pequeños que los átomos*", 7."*Los antibióticos matan tanto bacterias como virus*", 8."*El universo se originó en una explosión enorme*", 9."*Los continentes se han estado moviendo durante millones de años y lo continuarán haciendo en el futuro*", 10."*Los seres humanos, tal y como los conocemos hoy, se han desarrollado de especies animales anteriores*", 11."*Fumar provoca cáncer de pulmón*", 12."*Los primeros humanos vivieron al mismo tiempo que los dinosaurios*", 13."*La leche radiactiva se puede consumir con seguridad si se hierve*", 14."*¿Qué viaja más rápido: la luz o el sonido?*", 15."*¿Gira la Tierra alrededor del sol, o es el sol el que gira alrededor de la Tierra?*", 16."*¿Cuánto tiempo tarde la Tierra en dar una vuelta alrededor del sol: un día, un mes, o un año?*".

los que concluyeron sus estudios a los nueve años o antes, del 47%. La diferencia de aciertos entre el 'público atento' y el 'público residual' no fue muy grande, con el 67% el primero y el 59% el segundo, mientras que el 'público interesado', como era habitual, se situó en una posición intermedia entre ambos, con el 63%.

El estudio incluía además una serie de preguntas que trataban de evaluar la comprensión pública de los procesos científicos propios del método científico. Los autores del informe advierten de la dificultad que implica realizar esta medición, y de la necesidad de mejorar dicho mecanismo de evaluación, puesto que las preguntas cerradas pueden conducir a una sobreestimación del verdadero nivel de comprensión, y las abiertas pueden conllevar problemas a la hora de analizar y codificar las respuestas. En primer lugar, se pretendía examinar la capacidad de los encuestados para comprender y aplicar los principios del razonamiento probabilístico.[110] El 64% demostró tener una comprensión correcta de la probabilidad.

En segundo lugar, se analizaba la comprensión del público del significado de 'estudiar algo científicamente'.[111] Se consideraron válidas las respuestas que hacían referencia a la construcción de una teoría, a la comprobación de hipótesis, a la realización de estudios experimentales, o a la práctica de un estudio comparativo meticuloso. Aquellas respuestas que caracterizaban la ciencia únicamente en términos de medición, fueron clasificadas como incorrectas. Siguiendo estos criterios, resultó que aproximadamente el 21% de los encuestados dio una definición aceptable.

Un tercer conjunto de preguntas tenía como objetivo evaluar la comprensión de un experimento científico.[112] Al 73% que eligió la opción adecuada –entre las dos alternativas propuestas para llevar a

---

[110] La comprensión de la noción de *probabilidad* se evaluaba mediante la siguiente pregunta: *"Un médico le comunica a una pareja que su perfil genético indica que tienen una posibilidad de cada cuatro de tener un hijo con una enfermedad hereditaria. ¿Significa esto que si su primer hijo tiene la enfermedad, los próximos tres no la tendrán?, o ¿significa que cada hijo de la pareja tendrá el mismo riesgo de sufrir la enfermedad?*

[111] Para ello se formularon las siguientes preguntas: *Cuando usted lee algunas noticias, encuentra una serie de palabras y términos. Estamos interesados en el reconocimiento de cierto tipo de términos por parte de mucha gente. Primero, algunos artículos hacen referencia a los resultados de un estudio científico. Cuando usted lee o escucha el término 'estudio científico', ¿tiene una comprensión clara de lo que significa, o una idea general de lo que significa, o una leve comprensión de lo que significa? Si tiene una comprensión clara, o una idea general, ¿podría decirme con sus propias palabras qué significa estudiar algo científicamente?*

[112] Las preguntas destinadas a tal fin fueron: *Dos científicos quieren saber si cierta droga es efectiva para combatir la hipertensión. El primer científico quiere suministrar la droga a mil personas con hipertensión y ver cuántas de ellas experimentan una bajada de sus niveles de presión sanguínea. El segundo científico quiere suministrar la droga a quinientas personas con hipertensión, y no suministrarla a otras quinientas que también padecen hipertensión, y ver cuantas de ellas en ambos grupos, experimentan una bajada en los niveles de tensión sanguínea. ¿Cuál de las dos es la mejor forma para probar la droga? Y ¿por*

cabo un experimento–, se le pidió que explicara la razón de su elección. Resultó que el 36% fue capaz de dar una justificación pertinente, frente al 13% que no pudo hacerlo, y al 24% que ofreció explicaciones incorrectas.

Finalmente, los encuestados tenían que satisfacer dos requisitos para pertenecer al grupo de los que comprendían mínimamente la naturaleza de la investigación o del método científico. En primer lugar, haber respondido correctamente a las preguntas sobre probabilidad y, en segundo lugar, haber demostrado tener una comprensión adecuada de lo que significa estudiar algo científicamente, o interpretar correctamente el procedimiento experimental. Todo ello permitió concluir que no más del 33% de los encuestados tenía una comprensión adecuada de la investigación científica (Science & Engineering Indicators 1993. *Capítulo 7. Public Understanding of Science*).

La tercera sección estaba dedicada a explorar las actitudes del público hacia la ciencia y la tecnología en general, y hacia algunas cuestiones relacionadas con la política. En primer lugar, cuando se pidió a los encuestados que manifestaran su acuerdo o desacuerdo con las siguientes cuatro afirmaciones: "*la ciencia y la tecnología están haciendo la vida más saludable, más fácil, y más cómoda*", "*los beneficios de la ciencia son mayores que los efectos perjudiciales*", "*la ciencia hace que nuestra vida cambie demasiado rápido*", "*dependemos demasiado de la ciencia y no lo suficiente de la fe*", el 85% y el 73% reconoció estar de acuerdo con las dos primeras, y el 63% y el 45%, manifestó su desacuerdo con las otras dos.

Las respuestas dadas a estas cuatro preguntas sirven para establecer una escala de valoración positiva de la 'ciencia organizada', con un rango comprendido entre 0 y 4, donde el cero es la valoración más baja.[113] El resultado correspondiente a esta medición fue de 2.7, una cifra muy similar a la obtenida en los años anteriores.[114] De nuevo, el nivel de educación influía de manera notable en esta medición, aumentando la consideración positiva de la ciencia conforme mayor era aquel. La media de la valoración

---

qué es mejor probar la droga de esa forma?

[113] Denominada escala ATOSS, sigla derivada de la expresión inglesa *Attitude Toward Organized Science Scale*. La expresión 'ciencia organizada' se refiere a la totalidad de la comunidad científica e ingenieril, incluyendo científicos, ingenieros, y a su personal de apoyo, así como las instituciones en las que estos trabajan –por lo que quizá sería más correcto hablar de ciencia institucionalizada.

[114] Los resultados correspondientes a los años 1983, 1985, 1988, y 1990, fueron: 2.3, 2.5, 2.7, y 2.6.

positiva de los entrevistados con un título universitario, a lo largo del periodo 1983-1992, fue de 3.1, mientras que la de los que habían finalizado sus estudios formales a los once años o antes, era de 1.9.

El cuestionario de este año también incluía una pregunta relacionada con la confianza pública en trece instituciones nacionales.[115] El 41% de los encuestados afirmó tener una gran confianza en la comunidad científica. La medicina ocupó la tercera posición (40%), por detrás de aquella y del ejército (43%), mientras que la educación obtuvo el 23%.

Si bien la valoración pública de la comunidad científica y de la ciencia como institución era, por lo general, positiva, a la hora de expresar su parecer respecto a tres afirmaciones relacionadas con el trabajo de los científicos, se observó una mayor variedad de opiniones entre los encuestados. Cuando se les planteó que la práctica científica mediante la que los científicos repiten y verifican el trabajo de sus colegas, previene de forma eficaz el fraude científico, el 62% se mostró de acuerdo con dicha afirmación. El 52% pensaba que muchos científicos manipulan o falsifican los resultados de la investigación para progresar en sus carreras o para ganar dinero. Y el 79% creía que la mayor parte de los científicos quieren trabajar en campos que mejoraran la vida de las personas. Se observó que cuanto mayor era el nivel educativo de los encuestados, mayor era su acuerdo con la primera afirmación –el 71% de los que poseían un título universitario, frente al 44% de los que habían abandonado sus estudios a los nueve años o antes–, y menor con respecto a la segunda –el 38% de los primeros, frente al 68% de los segundos.

También se pidió a los participantes que evaluaran la probabilidad de que tuviesen lugar una serie de consecuencias derivadas de la práctica científica y tecnológica, durante los próximos veinticinco años. Sus respuestas mostraron que el público en general esperaba de la ciencia y de la tecnología tanto resultados positivos como negativos. El 26% veía muy probable que se produjese la liberación accidental de un organismo artificial peligroso que pudiera contaminar el medioambiente, y el 44%, creía que era muy probable la posibilidad de desarrollar tecnologías médicas que ampliaran la edad media de los estadounidenses hasta los noventa años aproximadamente. El 48% consideraba muy factible la posibilidad de un accidente grave en una central nuclear, el 45%, el desarrollo de una cura para las

[115] Las instituciones evaluadas eran: la medicina, la comunidad científica, la Corte Suprema, el ejército, la educación, las empresas más importantes, la institución religiosa, el poder ejecutivo del Gobierno Federal, los bancos y las instituciones financieras, el Congreso, la prensa, la televisión, y los trabajadores sindicados.

formas comunes de cáncer, el 40%, la creación de una vacuna contra el sida, y el 46% consideraba muy probable que se produjese un deterioro significativo en la calidad del medioambiente. Por lo general, los individuos con un mayor nivel educativo tendían a confiar más en los resultados positivos, salvo en el caso de la posibilidad de accidente nuclear, y en el del deterioro del medioambiente, donde las posiciones estaban muy igualadas. El 'público atento' también se mostraba más optimista que el 'público residual' –y, en menor medida, que el 'público interesado'–, salvo en el caso de la posible liberación de un organismo artificial, en el que el primero (28%) era más pesimista que el segundo (22%).

Al igual que en 1985, se pidió a los encuestados que valoraran el impacto positivo, negativo, o nulo, de la ciencia y la tecnología sobre cinco aspectos de la vida. Como se puede observar en la siguiente tabla, de nuevo la valoración estaba en la misma línea altamente positiva, exceptuando, en ambos casos, la opción relativa a la paz en el mundo –en la que, no obstante, seguía prevaleciendo la valoración positiva.

Tabla 5

% Valoración del impacto positivo, negativo, o nulo, de la ciencia y la tecnología sobre cinco aspectos de la vida (1985,1992)

	1985		1992	
	efecto positivo	efecto negativo	efecto positivo	efecto negativo
Nivel de vida	84	9	83	6
Condiciones de trabajo	79	12	77	9
Salud pública	83	12	79	11
Paz en el mundo	42	33	49	25
Disfrute individual de la vida	70	15	73	10

Una vez más, se comprobó que cuanto mayor era el nivel educativo de los encuestados, mayor era su valoración positiva en todas las opciones propuestas, salvo la relativa a la paz en el mundo, en la que los

porcentajes estaban muy igualados. Una tendencia observada también, aunque en menor medida, al comparar las respuestas del 'público atento' y las del 'público residual'.

En la misma línea de las preguntas anteriores, un mayor nivel educativo parecía influir notablemente en la valoración positiva de la investigación científica. Del mismo modo, las valoraciones del 'público atento' eran más positivas que las del 'público residual', pero con una diferencia menos marcada que la impuesta por el nivel educativo.

El estudio contenía una pregunta relativa a la financiación gubernamental de ocho actividades o problemas a los que tenía que hacer frente el país.[116] La investigación científica y la exploración espacial se situaron en el sexto y el octavo puestos en las preferencias del gasto público de los encuestados, con el 34% y el 12% que consideraba que era muy poco el dinero dedicado por el Gobierno a estas actividades. La primera posición la ocupó la educación (81%), seguida de la asistencia sanitaria (79%), la asistencia a los ancianos (73%), y la reducción de la contaminación (72%). El informe recogía también los resultados obtenidos en otras cinco encuestas realizadas desde 1981.

En el caso de la financiación de la investigación científica, las respuestas dependían significativamente del nivel educativo de los participantes –el 46% de los que poseían un título universitario consideraba que recibía muy poca financiación, frente al 35% de aquellos cuya educación formal duró hasta los 9 años o menos–, pero no se advertía una gran diferencia cuando la opción era la exploración espacial. Por lo que respecta a la valoración del 'publico atento', en esta ocasión sí fue significativamente superior a la del 'público residual' en ambos casos –el 43% de los primeros, frente al 28% de los segundos, en investigación científica, y el 22% frente al 8%, en exploración espacial– (Science & Engineering Indicators 1993. *Capítulo 7. Attitudes toward S&T)*.

4.2.6. Principales resultados acumulados de los Science Indicators

Como hemos expuesto, a lo largo de las décadas de 1970 y 1980 se fue configurando la estructura de las encuestas de percepción pública de la ciencia que, en su mayor parte, se ha mantenido hasta la

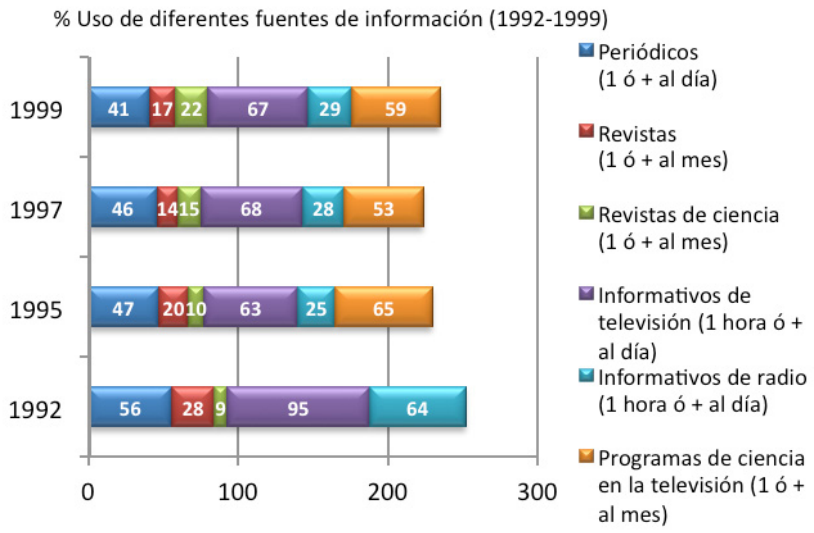
[116] Las actividades o problemas propuestos fueron los siguientes: la investigación científica, la educación, la asistencia a los ancianos, la exploración espacial, la reducción de la contaminación, la asistencia sanitaria, la defensa nacional, y los bajos ingresos de los ciudadanos.

actualidad. Dicha estructura se vertebra en torno a tres bloques principales, el primero de los cuales tiene como objetivo el análisis del interés del público en la ciencia, la evaluación que hace de la información que cree tener sobre ella, y el análisis de las distintas fuentes a las que recurre para informarse, incluyendo su asistencia a centros de divulgación. El segundo bloque dirige su atención a la comprensión pública de la ciencia, analizando el conocimiento que el público tiene de una serie de términos y conceptos científicos, y de los procesos propios de la ciencia. El último bloque se centra en las actitudes públicas a hacia una serie de temas relacionados con la ciencia, como la política científica, su financiación, etc. Además de estos tres ejes temáticos, las encuestas suelen incluir estudios específicos sobre cuestiones concretas, como el análisis de grupos sociales específicos, el conocimiento de ciertas áreas determinadas de la ciencia, actitudes hacia problemas vigentes en un momento dado, etc.

Nuestro propósito en las siguientes páginas es realizar un recorrido comparativo por los resultados que consideramos más significativos y representativos de los tres bloques mencionados, centrándonos fundamentalmente en el periodo que va desde principios de la década de 1990 hasta la actualidad, pero incluyendo también numerosas referencias a los resultados acumulados desde la creación de los *Science Indicators* –algunos de los cuales ya hemos adelantado al presentar la evolución del diseño de los estudios. El propósito de este recorrido no sólo es ver cómo ha evolucionado la percepción del público a lo largo del periodo estudiado, sino también cómo han ido modificándose las pretensiones de los responsables de la configuración de las encuestas.

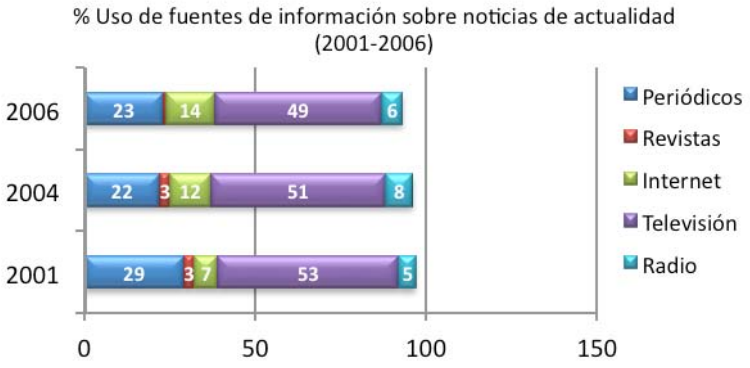
Por lo que respecta a las fuentes de información, no fue hasta el año 2001 cuando comenzó a hacerse una distinción más exhaustiva entre las fuentes usadas por el público para obtener información de las noticias de actualidad, información científica y tecnológica, e información sobre temas científicos específicos. Hasta entonces, durante la década de 1990, se preguntaba por las fuentes a las que se recurría para obtener información y se ofrecían una serie de posibilidades como muestra el siguiente gráfico.

Gráfica 2

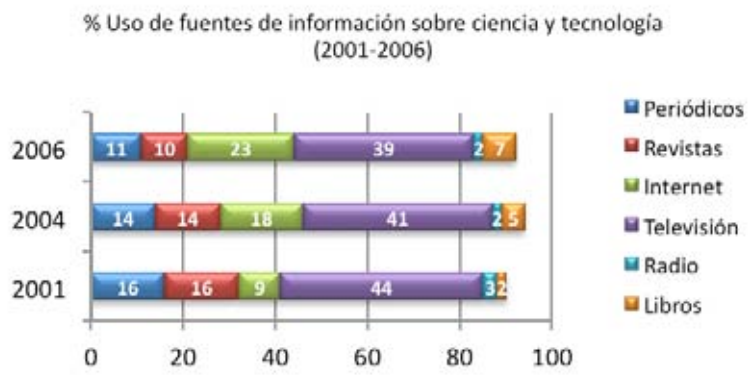


A partir de 2001 el análisis sobre el uso de las fuentes de información se hizo más preciso, como se puede observar en los tres gráficos siguientes.

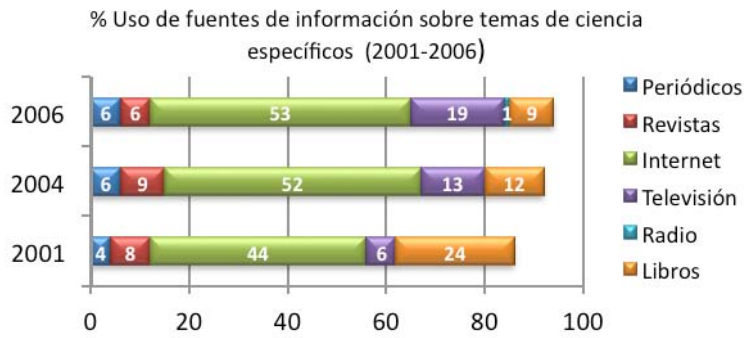
Gráfica 3



Gráfica 4



Gráfica 5



En 2001 se preguntó por dos programas concretos de divulgación de la ciencia en televisión, *NOVA* y los documentales de *National Geographic*. El primero de ellos era visto de forma regular por el 8% de los encuestados, mientras que el 29% lo veía de forma ocasional, y el 63% reconoció no verlo nunca. Los porcentajes relativos al segundo fueron: 21%, 57%, y 21%. El público que poseía una titulación universitaria seguía con más frecuencia estos programas que aquel cuyo nivel era inferior a la educación secundaria (el 59% y el 80% de los primeros los veían alguna vez, frente al 23% y 70% de los segundos). Los pares de porcentajes correspondientes al público atento, al público interesado, y al público residual fueron de 53%-86%, 40%-84%, y 28%-71%, respectivamente.

El informe de 2008 incluía una recopilación de las respuestas dadas, durante el periodo comprendido entre 1996 y 2006, a una pregunta sobre el tipo de noticias que el público seguía habitualmente con atención. Dos de las catorce opciones posibles eran 'ciencia y tecnología', y 'salud'. La primera de ellas ocupó la décima posición, con una media de seguimiento del 18%, y la segunda se situó en el cuarto lugar, con una media del 29%.[117]

En el año 2006, se preguntó a los encuestados por el tipo de noticias que más leían en los periódicos. Se ofrecían veinte posibles opciones, entre las que se encontraban la salud y la medicina, y la tecnología, que fueron la cuarta y la quinta más citadas por el público, con un 77% y un 63%, respectivamente, por detrás de las noticias locales (91%), nacionales (88%), e internacionales (84%).

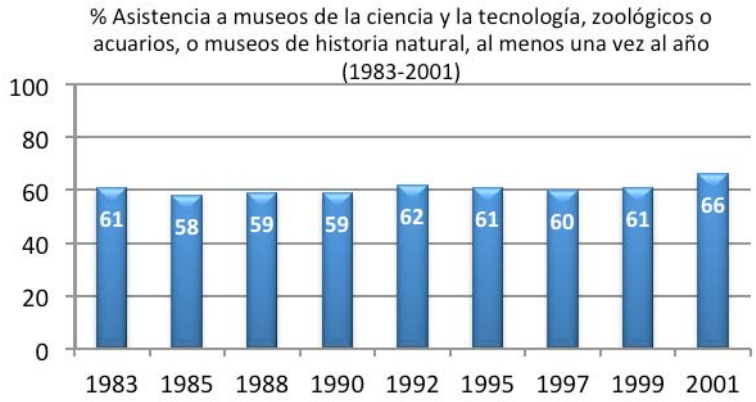
Gráfica 6

Las encuestas también recogían la asistencia del público a museos de ciencia y tecnología, zoológicos, acuarios, y museos de historia natural. La siguiente gráfica muestra los porcentajes del público que acudió a alguna de estas instituciones durante el periodo comprendido entre 1983 y 2001.[118]

[117] Como referencia diremos que las dos opciones más citadas fueron las noticias sobre el tiempo (52%) y las noticias que trataban de sucesos (33%) –aunque la primera de ellas sólo se ofreció en los dos últimos años.

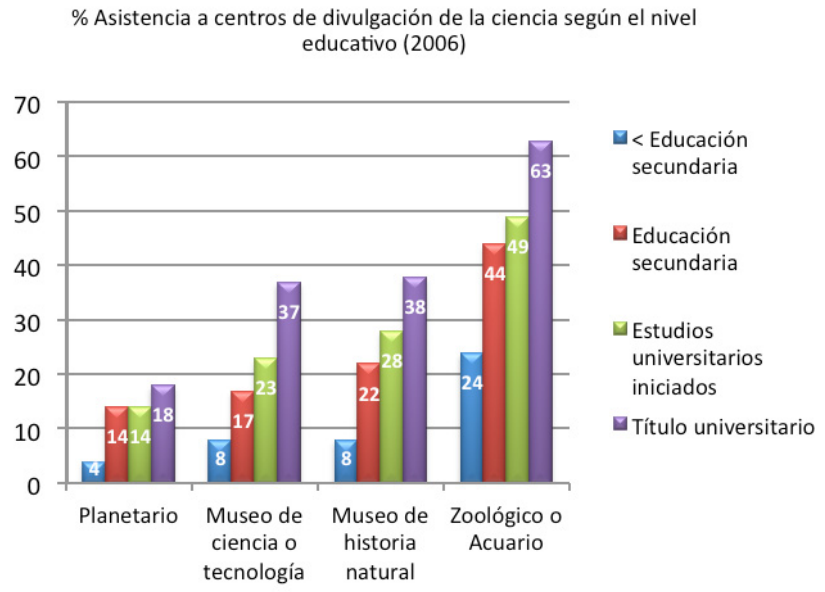
[118] Los datos correspondientes a este periodo engloban de forma conjunta la asistencia a las instituciones mencionadas.

Gráfica 7



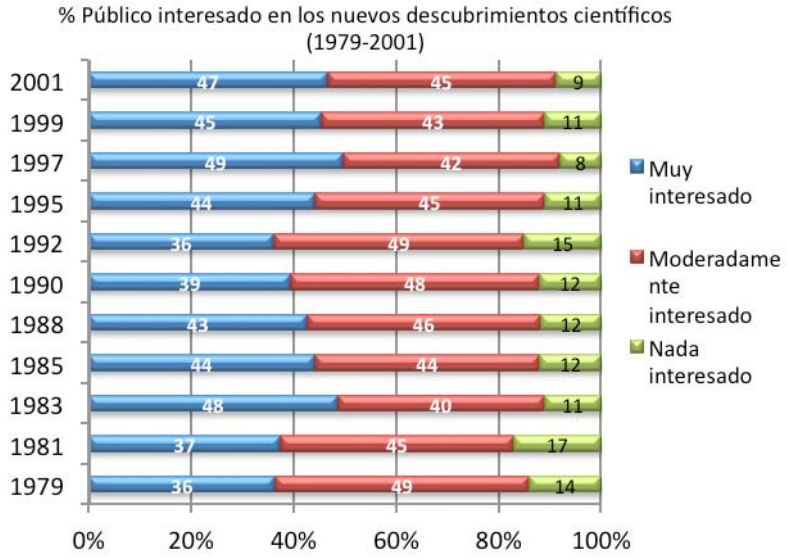
El informe correspondiente al estudio de 2001 ofrecía los datos por separado de la asistencia a museos de ciencia y tecnología, y a zoológicos y acuarios, de forma que el 30% de los encuestados afirmó haber ido en el último año, al menos una vez, a un museo de la ciencia, y el 58% a un zoo o un acuario. Además de los porcentajes de asistencia a estas instituciones, el informe del estudio de 2006, ofrecía los datos relativos a los planetarios y a los museos de historia natural, y lo hacía en función del nivel educativo de los encuestados.

Gráfica 8

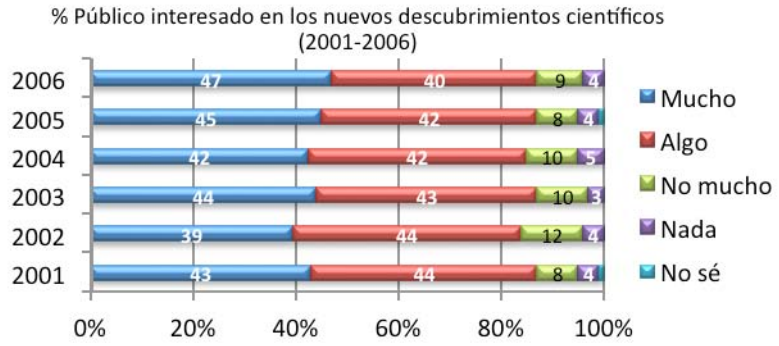


Otra de las cuestiones analizadas en esta sección es el interés público por una serie de temas relacionados de alguna manera con la política. Entre ellos se incluía el interés en los nuevos descubrimientos científicos, los nuevos inventos y tecnologías, la exploración espacial, y los nuevos descubrimientos médicos. La evaluación del primero de estos temas se realizó entre los años 1979 y 2001, y se llevó a cabo mediante una pregunta que ofrecía tres opciones de respuesta. Por otro lado el informe de 2008, ofrece información relativa al periodo 2001-2006, obtenida de una pregunta que ofrecía cuatro opciones de respuesta (excluyendo 'no sabe/no contesta'), como se observa en las siguientes gráficas.

Gráfica 9.1

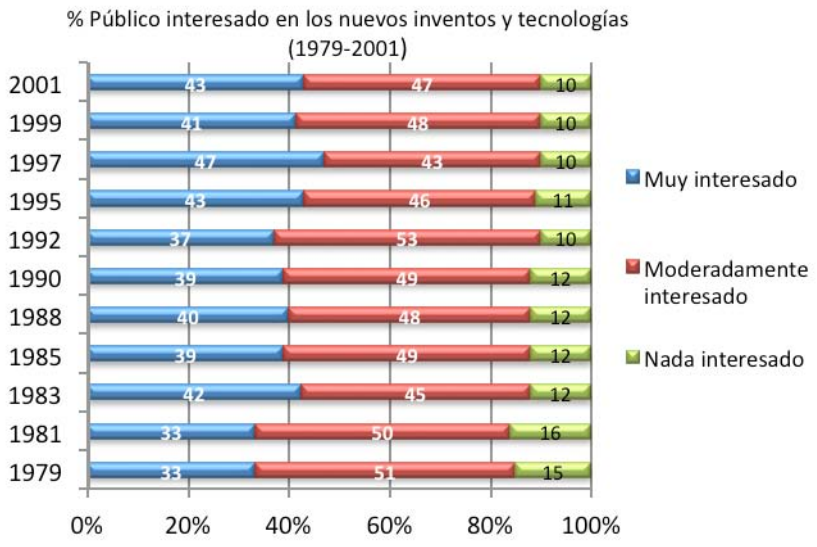


Gráfica 9.2

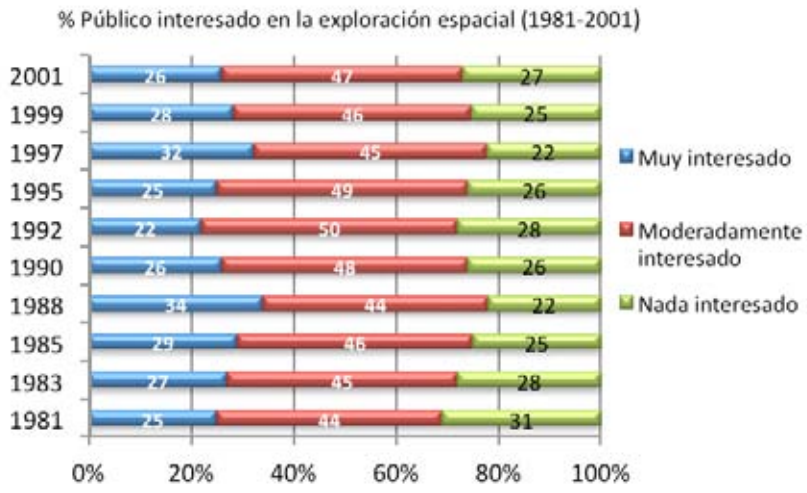


Por lo que respecta al interés público en los otros tres temas relacionados con la ciencia y la tecnología, los resultados que ofrecemos a continuación corresponden al periodo comprendido entre los años 1979 y 2001, para el primero, 1981 y 2001, para el segundo, y 1985 y 2001, para el tercero.

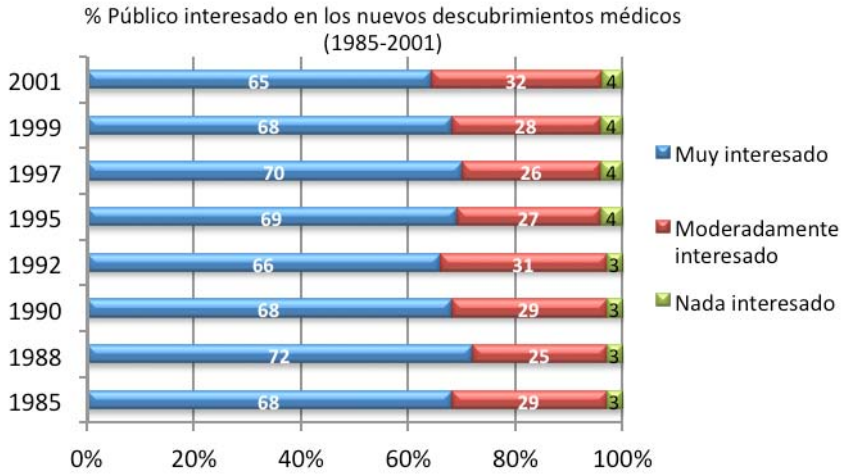
Gráfica 10



Gráfica 11



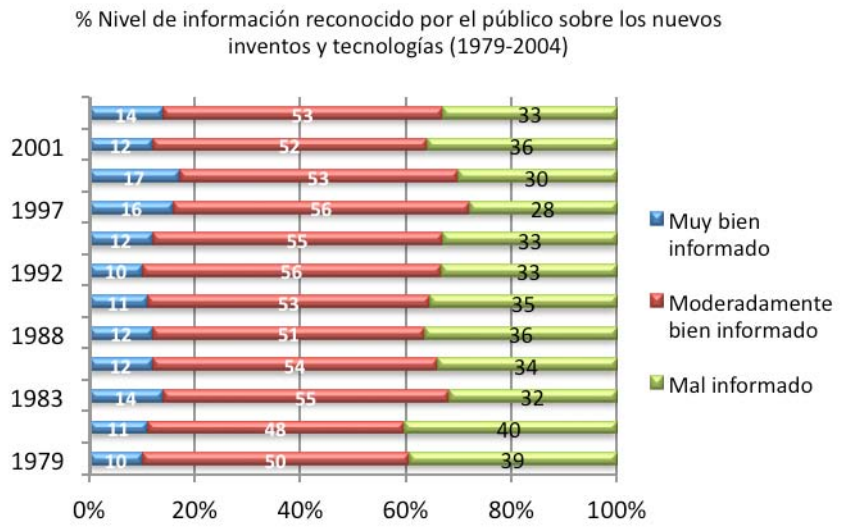
Gráfica 12



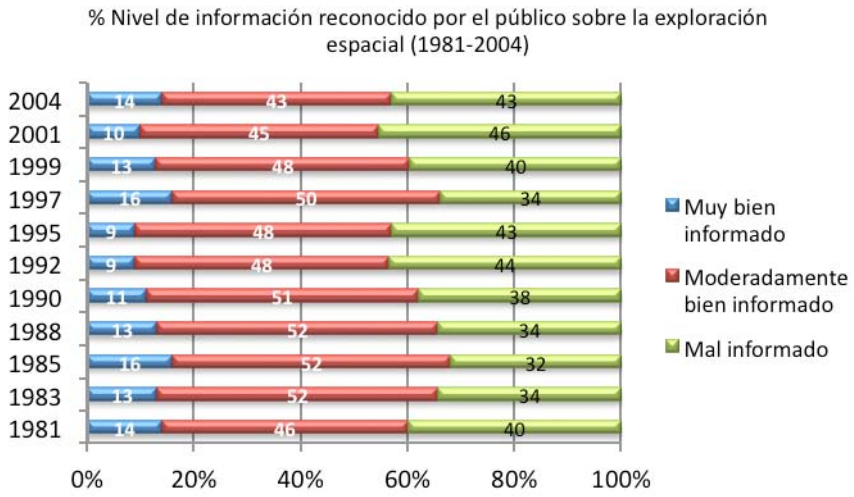
Otra de las variables que intervenía a la hora de clasificar al público en atento, interesado, o residual, era el nivel de información que los encuestados reconocían tener sobre una serie de temas. Los resultados correspondientes a los cuatro temas anteriores con relación a dicha variable son los que se muestran a continuación.

Gráfica 13

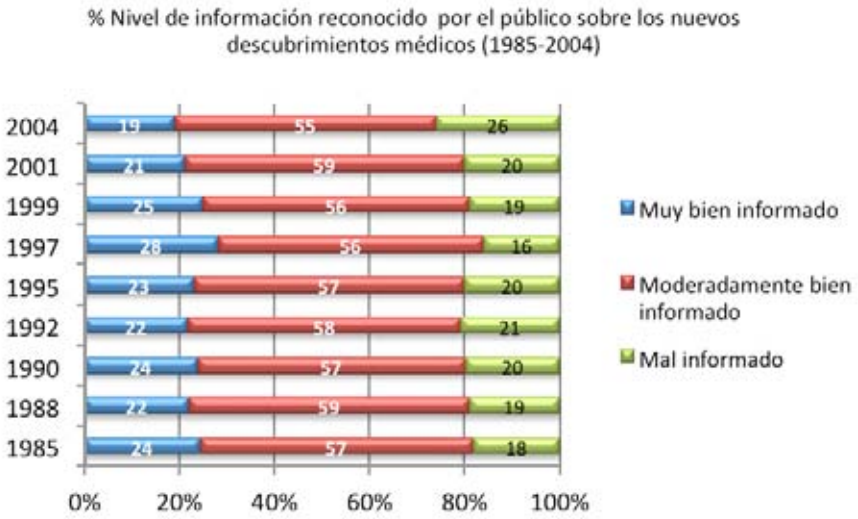
Gráfica 14



Gráfica 15



Gráfica 16

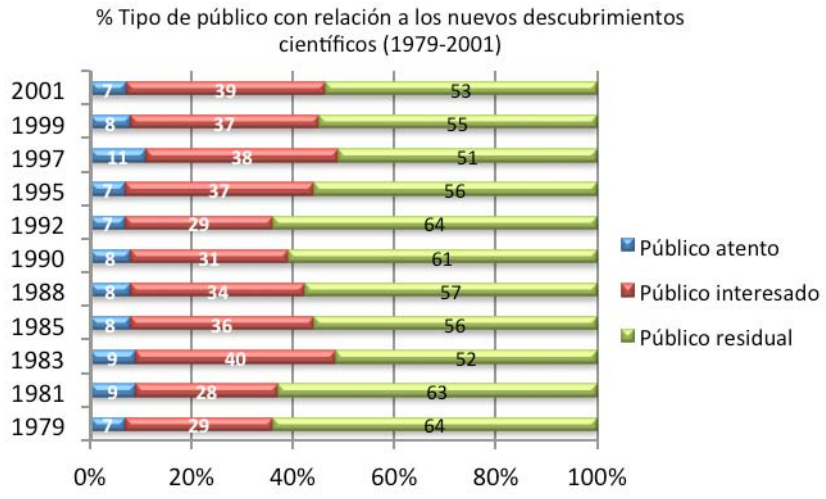


El análisis de los resultados anteriores reveló que cuanto mayor era el nivel educativo de los encuestados, mayor era el nivel de información que declaraban tener. Por otra parte, se apreciaba

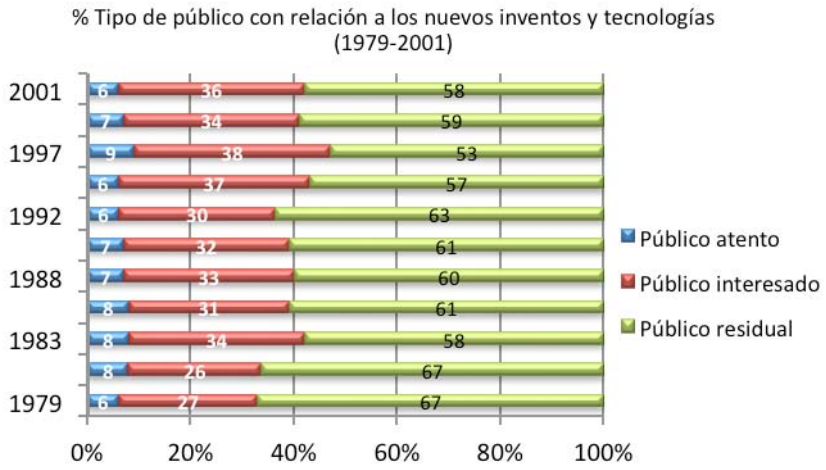
también la tendencia entre lo más jóvenes –de 18 a 24 años– a considerarse mejor informados que los encuestados de mayor edad –65 años o más–, salvo cuando el tema que estaba en juego era el de los descubrimientos médicos, en el que los porcentajes eran muy similares.

Como ya hemos expuesto, a partir de 1979 los *Science Indicators* introdujeron la novedad de clasificar al público en tres grupos diferentes en función su interés en las cuestiones relacionadas con la política científico-tecnológica, del nivel de información que declaraban tener, y de su seguimiento de las noticias mediante, al menos, dos de los siguientes medios: televisión, revistas, periódicos, o revistas de ciencia. Las siguientes gráficas muestran esta clasificación con relación a los cuatro temas anteriores, además, una quinta gráfica representa la clasificación del público respecto a la ciencia y la tecnología en general, mediante una combinación de los dos primeros temas.

Gráfica 17

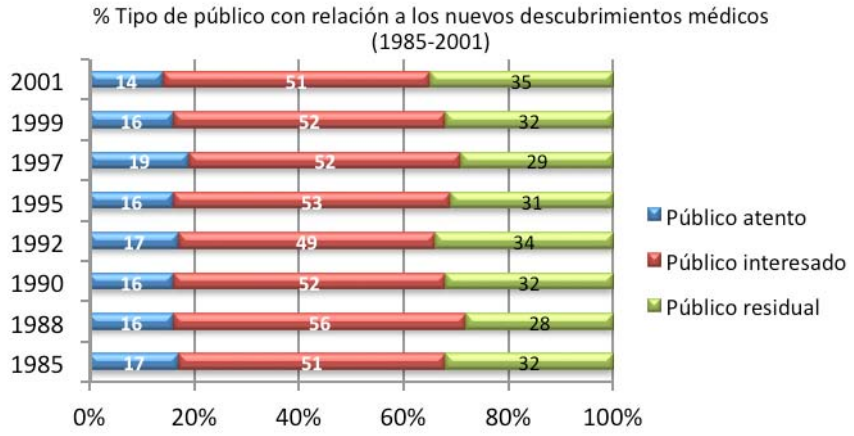


Gráfica 18



Gráfica 19

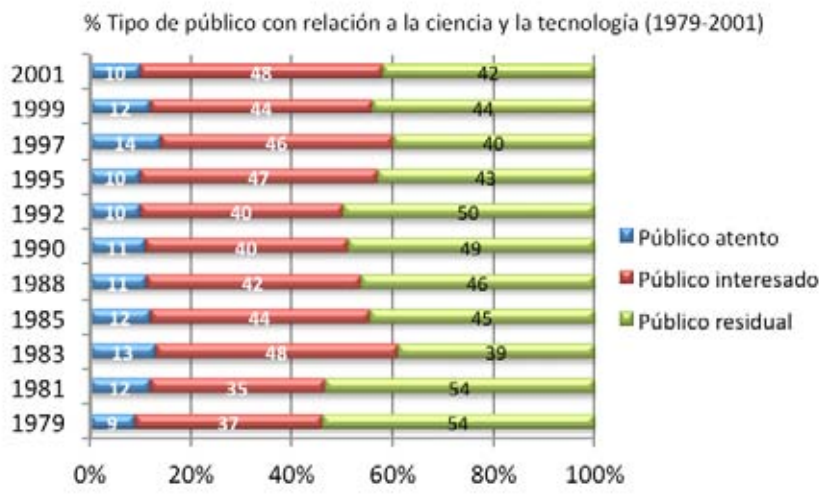
Gráfica 20



Por último, la clasificación de los tres tipos de público con relación a la ciencia y la tecnología en general, es el resultado de combinar el 'público atento' de los nuevos descubrimientos científicos y el de los nuevos inventos y tecnologías, para determinar el 'público atento', mientras que para formar parte del 'público interesado' basta con pertenecer a uno de los dos públicos interesados en esos temas. El resto pertenece a la categoría de público residual.[119]

[119] En algunos trabajos encontramos porcentajes diferentes a los presentados aquí para el público atento. Se debe a que en algunas ocasiones se ha empleado un criterio distinto para clasificar al público como atento, de manera que además de aquellos individuos que cumplen los requisitos que hemos expuesto –a) muy interesado, b) *muy bien* informado, y c) mantenerse al corriente de las noticias mediante, al menos, dos de los siguientes medios: televisión, revistas, periódicos, o revistas de ciencia- también se consideraba como parte del público atento a quienes además de satisfacer a) y c), declaraban estar *moderadamente bien* informados. En la nota 135 presentamos algunos ejemplos de este tipo de clasificación (Durant, Miller, Tchernia, y van Deelen, 10).

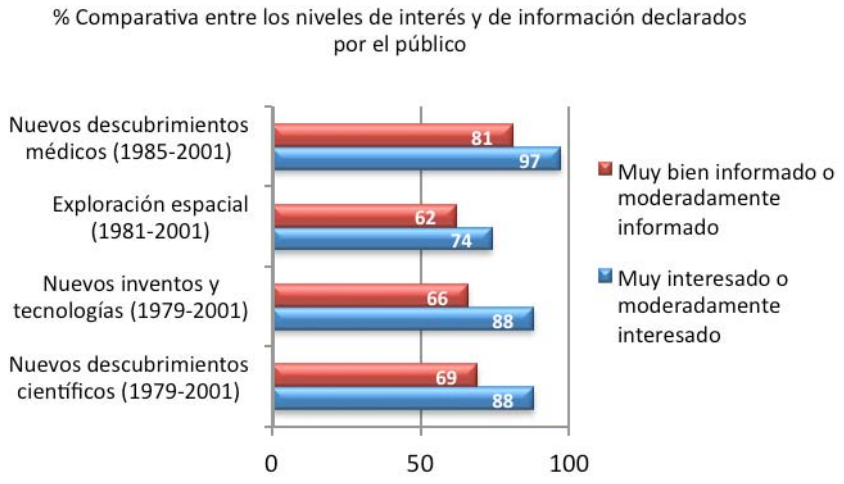
Gráfica 21



El análisis detallado de los resultados de 1995, indicaba que los estadounidenses con un mayor nivel educativo tenían mayor probabilidad de formar parte del 'público atento' que aquellos con menor nivel (el 21% de los primeros frente al 4% de los segundos). Los hombres también tenían una mayor probabilidad que las mujeres de clasificarse como atentos (el 12% frente al 8%) (Miller, Pardo, y Niwa, 86).

Si se establece una comparación entre las medias de los resultados correspondientes al nivel de interés y al nivel de información reconocidos por el público, el grado de interés es superior al de información en los cuatro temas analizados, aunque se observa una mayor diferencia entre los valores correspondientes a los dos primeros. Estos datos parecen indicar –más allá de la posible interpretación de los altos niveles de interés como el resultado de lo que los encuestados consideran que deben decir, y no de lo que piensan verdaderamente– la existencia de un vacío de información, así como una reclamación del público para que su interés sea satisfecho (Durant, Evans, y Thomas 1989, 12).

Gráfica 22



El segundo bloque vertebrador de las encuestas de percepción pública de la ciencia incluidas en los *Science Indicators*, tiene como propósito cuantificar el conocimiento público de ciertos conceptos, términos, y procedimientos científicos. La forma más habitual de evaluar los dos primeros consiste en enunciar una serie de afirmaciones que el público debe identificar como verdaderas o falsas, y que implican ciertos conocimientos científicos básicos. En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de respuestas correctas correspondientes a once de las afirmaciones que han tenido una presencia más habitual en los formularios desde el año 1985, de tal forma que su análisis pone de manifiesto la evolución del conocimiento de los participantes a lo largo del tiempo.[120]

[120] Los enunciados completos de las afirmaciones son los siguientes: 1.“*El centro de la Tierra es muy caliente*”, 2.“*Toda la radiactividad está producida por el hombre*”, 3.“*Los láseres funcionan mediante la concentración de ondas sonoras*”, 4.“*Los electrones son más pequeños que los átomos*”, 5.“*El universo se originó en una explosión enorme*”, 6.“*Los continentes se han estado moviendo durante millones de años y lo continuarán haciendo en el futuro*”, 7.“*¿Gira la Tierra alrededor del sol, o es el sol el que gira alrededor de la Tierra?*”, 8.“*¿Cuánto tiempo tarde la Tierra en dar una vuelta alrededor del sol: un día, un mes, o un año?*”, 9.“*Son los genes del padre los que determinan el sexo del bebé*”, 10.“Los *antibióticos matan tanto bacterias como virus*”, 11.“*Los seres humanos, tal y como los conocemos hoy, se han desarrollado de especies animales anteriores*”.

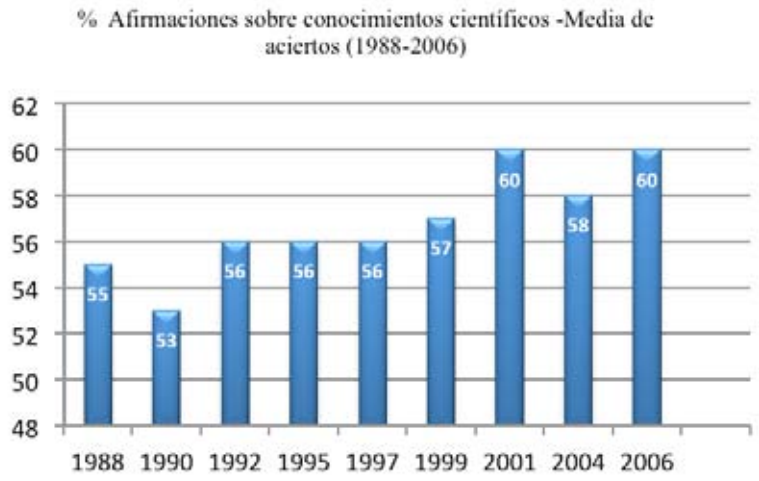
Tabla 6

% Afirmaciones sobre conocimientos científicos. Respuestas acertadas (1985-2006)

	1985	1988	1990	1992	1995	1997	1999	2001	2004	2006
1. El centro de…		80	79	81	78	82	80	80	78	80
2. Toda la radiactividad…		65	63	73	72	71	71	76	73	70
3. Los láseres…		36	37	37	40	39	43	45	42	45
4. Los electrones…		43	41	46	44	43	46	48	45	53
5. El universo…		54	32	38	35	32	33	33	33	33
6. Los continentes…	79	80	77	79	78	78	80	79	77	80
7. ¿Gira la Tierra…		73	73	71	73	73	72	75	71	76
8. ¿Cuánto tiempo…		45	48	46	47	48	49	54		55
9. Son los genes…				65	64	62	66	65	62	64
10. Los antibióticos…		26	30	35	40	43	45	51	54	56
11. Los seres humanos…	45	46	45	45	44	44	45	53	42	43

Teniendo en cuenta que en 1988, 1990, y 2004, se formuló una pregunta menos que en el resto de los años, y que en 1985 tan sólo se formularon dos, la media de aciertos totales entre 1988 y 2006 aparece reflejada en la siguiente gráfica.

Gráfica 23



Durante el periodo 1995-2006, los hombres tuvieron un mayor índice de acierto que las mujeres (63% frente a 53%). El nivel educativo también influyó de forma positiva en el índice de aciertos, la media obtenida por los encuestados con titulación universitaria fue del 77%, y la de aquellos cuya educación formal había finalizado antes de la educación secundaria, del 41%. La edad no parecía jugar un papel importante entre los 18 y 54 años (con una media de aciertos del 61%), pero sin embargo la media de respuestas correctas de los encuestados que tenían entre 55 y 65 años era algo inferior (54%), descendiendo sensiblemente a partir de los 65 años (46%).

En el informe de 2008 se llama la atención sobre los porcentajes correspondientes a dos de las preguntas –las relativas al origen del universo y al origen del ser humano–, dado que son notablemente inferiores a los obtenidos en encuestas realizadas en otros países.[121] En este sentido, cita un estudio llevado a cabo en 2004 en el que se formularon estas dos afirmaciones de maneras distintas. En el primer

[121] El informe ofrece los resultados correspondientes a una pregunta formulada en un estudio de 2005, en la que se pedía a los encuestados que mostrasen su acuerdo o desacuerdo con la enseñanza en las escuelas de tres posibles explicaciones del origen del hombre, el evolucionismo, el creacionismo, y el diseño inteligente. El 61%, creía que el evolucionismo debería ser enseñado, el 54% lo pensaba del creacionismo, y el 43%, del diseño inteligente. A su vez, el 20%, el 22%, y 21%, pensaban que no deberían enseñarse las tres opciones propuestas. Por último el 19%, el 24%, y el 36%, reconocieron que no tenían una opinión definida al respecto.

caso, el enunciado era el mismo que el propuesto en los estudios de los *Science Indicators*, exponiendo los conocimientos sobre el mundo natural que se querían poner a prueba, mientras que en la segunda formulación, las afirmaciones estaban enmarcadas dentro del postulado de una teoría científica, o de las creencias de los científicos que las postulaban.[122] El porcentaje de aciertos asociado a las respuestas dadas a unos y otros enunciados fue muy superior en el segundo caso, de forma que el 62% de los encuestados respondió correctamente a la pregunta sobre el origen del universo, y el 74% hizo lo propio con la relativa al origen del ser humano, mientras que los porcentajes obtenidos cuando las afirmaciones adoptaron la primera formulación fueron del 33% y del 42%. De este modo, la omisión de la referencia a la autoridad derivada del respaldo de la comunidad científica a ciertas concepciones de la realidad, facilitaba que una buena parte de los encuestados se posicionase del lado de ciertas creencias religiosas, y se mostrara escéptica con concepciones alejadas de estas creencias –otorgándoles quizá el mismo estatus epistemológico que a otras afirmaciones divergentes sobre una misma realidad, siempre que no se mencionase a sus postulantes. Sin embargo, cuando se apelaba a la autoridad científica muchos de ellos tomaban partido por la postura científica, lo que ponía de manifiesto una actitud muy favorable en lo relativo a la confianza pública hacia la ciencia, y a la veracidad otorgada a sus afirmaciones.

Un segundo apartado de este bloque, gira en torno a los procedimientos propios de la actividad científica. En el punto anterior –en el que presentamos la encuesta de 1992 como modelo de los estudios de percepción pública de los *Science Indicators*–, vimos que el método de cuantificación de la comprensión de dichos procedimientos, consistía en plantear fundamentalmente tres situaciones dirigidas a valorar si el público entendía correctamente lo que estaba en juego a la hora de hablar de probabilidad, experimento, y estudio científico. Dado que el cálculo de la comprensión relacionada con la investigación científica depende la comprensión de las otras tres nociones, y puesto que la comprensión vinculada al experimento científico no comenzó a evaluarse hasta 1992, los únicos datos disponibles de los años 1988 y 1990 son los de la probabilidad y el estudio científico.[123]

---

[122] Los enunciados presentados al público según esta segunda formulación fueron los siguientes: "*De acuerdo con la teoría de la evolución, los seres humanos, tal y como los conocemos hoy, se han desarrollado de especies animales anteriores*", y "*De acuerdo con lo que dicen los astrónomos, el universo se originó en una explosión enorme*".

[123] La mayor parte de los datos que aparecen en la gráfica 24 han sido tomados del informe de 2008, no obstante la contrastación con los datos publicados en los informes individuales del periodo comprendido entre 1995 y 2001, y con algunos datos aportados por Jon D. Miller, refleja notables diferencias entre aquellos y estos. Nosotros hemos optado por incluir en la

Gráfica 24

El análisis pormenorizado de los resultados demostró una vez más que el nivel educativo era un factor que influía muy positivamente en la comprensión de los procedimientos científicos. Por ejemplo, en 2006 el 63% de los encuestados con titulación universitaria demostró que tenía una comprensión adecuada de la investigación científica, mientras que la cifra descendía hasta el 16% en el caso de los encuestados con un nivel educativo inferior a la enseñanza secundaria. El nivel de ingresos también parecía estar asociado a la comprensión de la investigación, de tal modo que el 53% de los que tenían mayores ingresos resultó tener una compresión adecuada, frente al 33% de los que tenían menos ingresos. Del mismo modo, el 47% de los entrevistados con edades comprendidas entre los 18 y 44 años obtuvo un

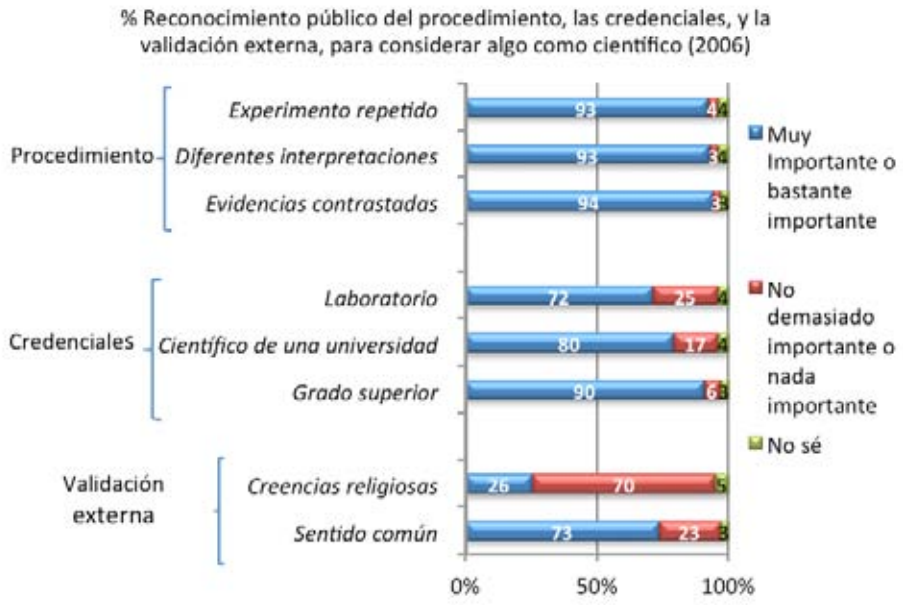
gráfica la unificación exhaustiva recogida en el estudio de 2008, pero no disponemos de la información suficiente como para garantizar la mayor exactitud de unos u otros. Por ello ofrecemos a continuación los porcentajes extraídos de los informes individuales, con el propósito de que el lector pueda contrastarlos por sí mismo. Las cifras que aparecen en el informe de 2001 referentes a 'probabilidad', 'estudio científico', 'experimento', e 'investigación científica', son del 57%, 33%, 43%, y 30%, respectivamente. Las del año 1999, del 55%, 21%, 35%, y 26%. El informe de 1997 sólo ofrece el dato correspondiente a 'investigación científica' (27%). A pesar de que en la encuesta de 1995 ya se incluían las mismas preguntas que en los estudios posteriores, no se siguieron las mismas directrices que en estos a la hora de cuantificarlas –como se refleja en su informe-, no obstante, el estudio multinacional que en 1998 llevaron a cabo Miller, Pardo, y Niwa, ofrece los datos de ese año siguiendo las mismas pautas de los estudios futuros: 'probabilidad' (54%), 'experimento' (27%), e investigación científica' (21%) (Miller, Pardo, Niwa, 61; Miller, J. 2004, 276).

resultado favorable en su comprensión, mientras que la cifra no superaba el 31% entre aquellos que tenían más de 55 años. Estas mismas tendencias se observaban en los resultados de años anteriores. Por último, el nivel de conocimientos de conceptos y términos científicos también resultó ser determinante a la hora de comprender los procedimientos. Así, el 72% de aquellos que más conocimientos habían demostrado tener, obtuvo buenos resultados en la comprensión de la investigación científica, frente al 16% de los que habían obtenido peores resultados.

El estudio de 2006 contenía una pregunta que a pesar de no formar del apartado de conocimientos sobre procedimientos científicos, sino del de actitudes hacia la ciencia, consideramos que su inclusión en aquel está más que justificada. Se presentaban una serie de afirmaciones relacionadas con los procesos o los procedimientos científicos, con las credenciales científicas, y con la validación externa, y se pedía al público que valorase su importancia a la hora de considerar algo como científico en cada caso.[124]

[124] Las afirmaciones eran las siguientes: Sobre los procesos, 1.*"Las conclusiones están basadas en evidencias contrastadas"*, 2.*" Los investigadores examinan cuidadosamente diferentes interpretaciones de los resultados, incluso aquellos con los que no están de acuerdo"*, 3.*"Otros científicos repiten el experimento, y encuentran resultados similares"*. Sobre las credenciales, 1."*La gente que lo lleva a cabo posee una cualificación superior en su área"*, 2."*Lo llevan a cabo científicos que trabajan en la universidad"*, 3."*La investigación tiene lugar en un laboratorio"*. Y sobre la validación externa, 1.*"Los resultados de la investigación concuerdan con el sentido común"*, 2.*"Los resultados de las creencias concuerdan con creencias religiosas"*.

Gráfica 25

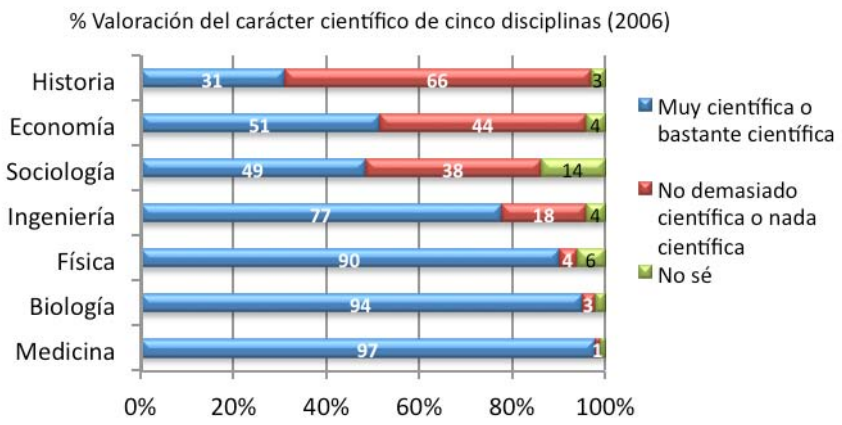


Cuanto mayor era el nivel educativo y de conocimientos de los encuestados, más importancia otorgaban a las afirmaciones sobre el procedimiento científico. Mientras que en el caso de las afirmaciones sobre las credenciales y la validación externa, se invertía esta tendencia –de forma especial en las segundas.

En el informe de 2008 se incluyó una pregunta –correspondiente a un estudio realizado en 2006–, dirigida a constatar en qué medida los encuestados consideraban científicas una serie de disciplinas. Se trataba de una versión que ampliaba una de las preguntas clásicas de los *Science Indicators*, restringida esta última a la astrología.[125] A continuación mostramos los resultados correspondientes a la primera, y la evolución de las respuestas dadas a la segunda desde el año 1979 hasta la actualidad.

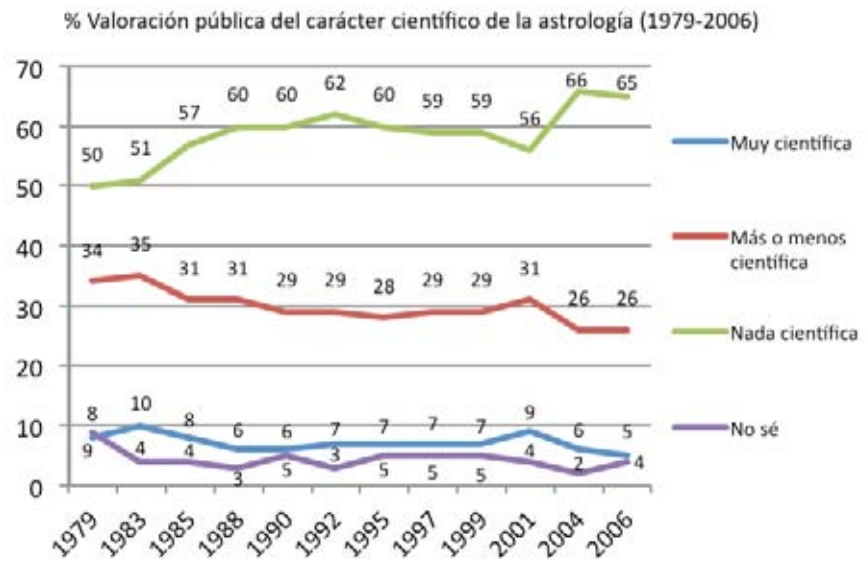
[125] El informe de 2008 incluía los resultados de la primera pregunta en el apartado de las actitudes hacia la ciencia y la tecnología, mientras que los de la segunda se enmarcaban en el del conocimiento. El Eurobarómetro del año 2005, contenía una pregunta en la que se fusionaban las dos anteriores, al incluir la astrología entre las opciones de la primera pregunta, de modo que la información extraída del análisis de las respuestas aparecía recogida en el apartado del conocimiento, una decisión que nos parece más acertada que la de su inclusión en la sección de las actitudes. Así pues, nosotros hemos conectado las dos preguntas en cuestión, considerando ambas como propias de la evaluación del conocimiento del público.

Gráfica 26



Comparados con aquellos que tenían un mayor nivel educativo, los encuestados con menos estudios atribuían a la historia un carácter ligeramente más científico, al contario de lo que sucedía cuando las disciplinas eran la biología y la física. Estas mismas tendencias se repetían cuando el factor cuya influencia se observaba no era el nivel educativo sino el nivel de conocimientos científicos.

Gráfica 27



A lo largo del periodo analizado, la media de encuestados que consideraban que la astrología era muy científica o más o menos científica era del 37%, frente al 58% que creían que no era nada científica. El público con un menor nivel educativo la consideraba más científica, como lo demuestra el hecho de que el 11% de los que habían finalizado sus estudios antes de la educación secundaria afirmara que era muy científica, en comparación con el 2% de los que poseían un título universitario. A partir de 1992, una media del 3% de los encuestados con más conocimientos científicos respondió que era muy científica, mientras que en el caso de los que tenían menos conocimientos la media era del 9%, y entre los años 1979 y 2001, ese mismo dato, pero referido al 'público atento' a la ciencia y la tecnología, ascendía al 8%.

El tercer bloque se centra en la evaluación de las actitudes públicas hacia distintas cuestiones vinculadas a la ciencia, como puede ser la percepción de los beneficios o perjuicios que se derivan de ella.[126] Desde 1979, en una de las preguntas habituales, se solicitaba al público una valoración en este sentido.

[126] Como ya se ha mencionado, si la elección del enunciado a la hora de formular una pregunta puede influir sobremanera en las

Gráfica 28

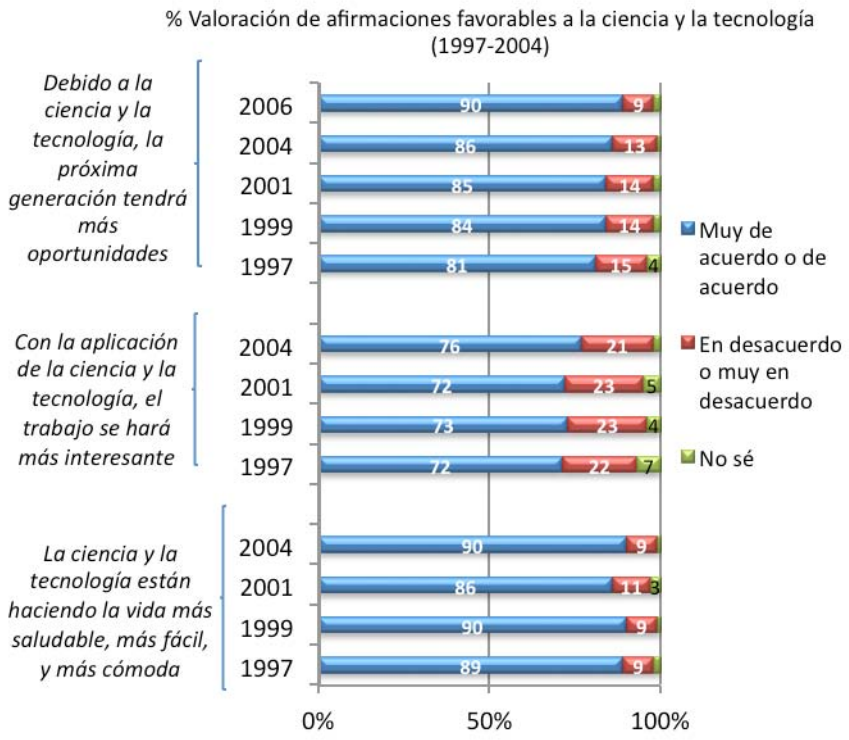
Entre los años 1979 y 2004, una media del 47% de encuestados respondió que los beneficios superaban totalmente a los beneficios, el 26%, que los superaban ligeramente, el 8%, pensaba que unos y otros eran equivalentes, el 9%, que los perjuicios superaban ligeramente a los beneficios, y el 4%, que los superaban totalmente. El análisis detallado de los resultados mostró que era más probable que los hombres eligieran la primera opción que las mujeres (el 52%, frente al 43%). Lo mismo sucedía entre los que tenían un mayor y un menor nivel educativo, pero en este caso las diferencias eran mucho mayores (el 69%, frente al 26%). Entre 1979 y 2001, el 60% del público atento a la ciencia y la tecnología eligió esa opción. En el año 2004, la eligió el 72% de los encuestados que tenían mayores ingresos, mientras que tan sólo fue elegida por el 43% de los que tenían los ingresos más bajos. Y en el año 2006, la eligió el 72% de los que habían demostrado tener más conocimientos científicos, y el 28% de los que tuvieron un índice de aciertos menor.

---

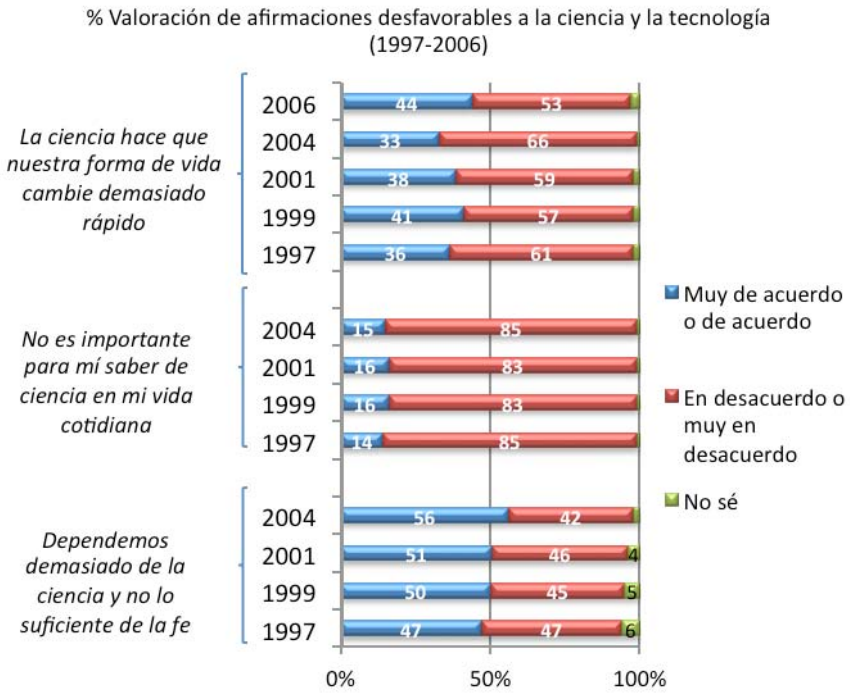
respuestas del público, en el caso de las preguntas que tratan de evaluar actitudes, la influencia puede resultar todavía más determinante, puesto que dependiendo del contexto interpretativo del que se acompañen, se orientará al público en una dirección u otra. Por eso, las instituciones encuestadoras neutrales, interesadas en minimizar cualquier posible sesgo, evitan acompañar este tipo de preguntas de contextualizaciones que puedan afectar a las respuestas. Teniendo en cuenta este fenómeno, los investigadores preocupados por las posibles influencias, centran más su atención en las pautas y tendencias de los resultados de las encuestas que en los porcentajes concretos, y evalúan las respuestas a lo largo del tiempo en distintos estudios (*Science & Engineering Indicators* 2008, 7-24).

Los estudios incluyen una serie de afirmaciones favorables y desfavorables a la ciencia y la tecnología en general. Los gráficos siguientes muestran tres afirmaciones de cada tipo que fueron planteadas entre los años 1997 y 2006.

Gráfica 29



Gráfica 30



Cuando se aplicaron una serie de mediciones estadísticas a los resultados del estudio de 1995, se identificó un conjunto de cuatro afirmaciones –entre las diferentes propuestas– que constituían un factor unidimensional relacionado con una actitud de confianza en la ciencia y la tecnología. A su vez, otras tres configuraban otro factor vinculado a las reservas o preocupaciones por sus consecuencias.[127] Se constató que ambos factores estaban fuertemente correlacionados negativamente, de manera que existía una alta probabilidad de que una persona que hubiese obtenido un alto porcentaje en uno de los dos factores, obtuviese un porcentaje bajo en el otro, lo que sugería que los ciudadanos que mostraban una alta confianza en los beneficios de la ciencia y la tecnología, tendían a mostrar menos reservas hacia las

[127] Además de las seis afirmaciones recogidas en las gráficas anteriores –la primera de ellas identificada con el primer factor y la segunda con el segundo factor- las otras dos que configuraban ambos factores fueron: "*La mayoría de los científicos quieren trabajar en cosas que harán que mejore la vida del ciudadano medio*", para el primero, y "*Si lo pensamos bien, los beneficios de la investigación científica superan sus resultados perjudiciales*", para el segundo –esta afirmación tenía una correlación negativa con el factor del que formaba parte.

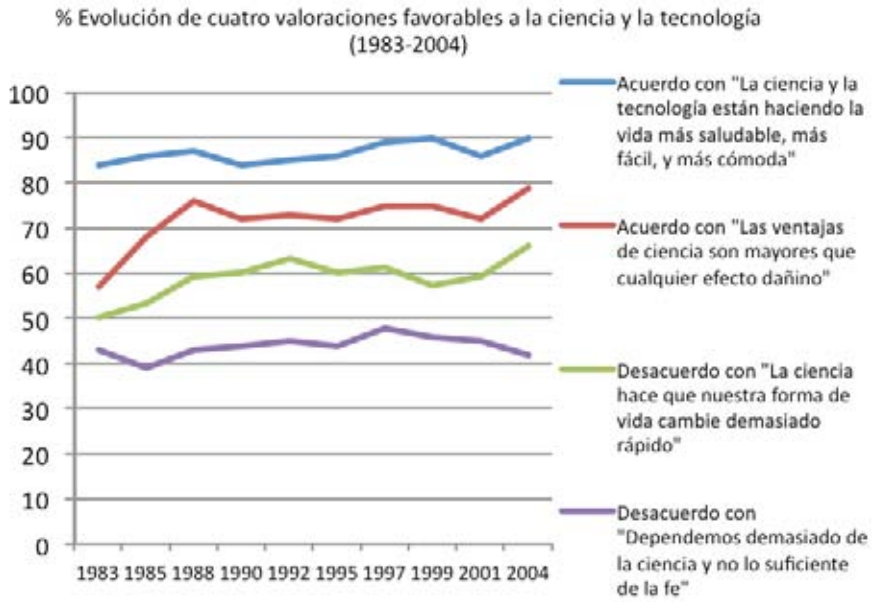
posibles consecuencias perjudiciales, y aquellos otros que expresaban un alto grado de preocupación tendían a manifestar menos confianza en los efectos positivos (Miller, Pardo, y Niwa, 104).

En el año 2001 se contrastaron las respuestas dadas a cinco de las seis afirmaciones anteriores –las tres primeras y dos de las últimas, quedando excluida la segunda de las afirmaciones desfavorables– con el nivel de conocimientos científicos de los encuestados. El 82% de quienes demostraron tener más conocimientos, manifestó estar de acuerdo o muy de acuerdo con las tres primeras afirmaciones, un acuerdo que entre los que menos conocimientos demostraron tener, llegaba al 73%. En el caso del segundo grupo de afirmaciones, el 25% con más conocimientos afirmó estar de acuerdo con ellas, frente al 66% de los encuestados con menos conocimientos científicos.

Los resultados de 2006, indican una mayor tendencia de los participantes con menor nivel educativo, con menos ingresos, y con menos conocimientos científicos, a responder que la ciencia y la tecnología cambian demasiado rápido nuestra forma de vida. En el caso de aquellos que habían finalizado sus estudios formales antes de la enseñanza secundaria, la cifra alcanzaba el 56%, en claro contraste con el 29% de los titulados universitarios. Cuando el factor en juego era el nivel de ingresos, el porcentaje era del 48% en el caso de los encuestados con menos ingresos, frente al 29% de aquellos con un mayor nivel. Un acuerdo que llegaba al 54% entre los que respondieron de forma correcta menos preguntas sobre ciencia, y al 30% entre los que acertaron más.

La gráfica que mostramos a continuación recoge la evolución de las valoraciones positivas de cuatro de las afirmaciones anteriores, a lo largo de un periodo de tiempo mayor, entre 1983 y 2004.

Gráfica 31

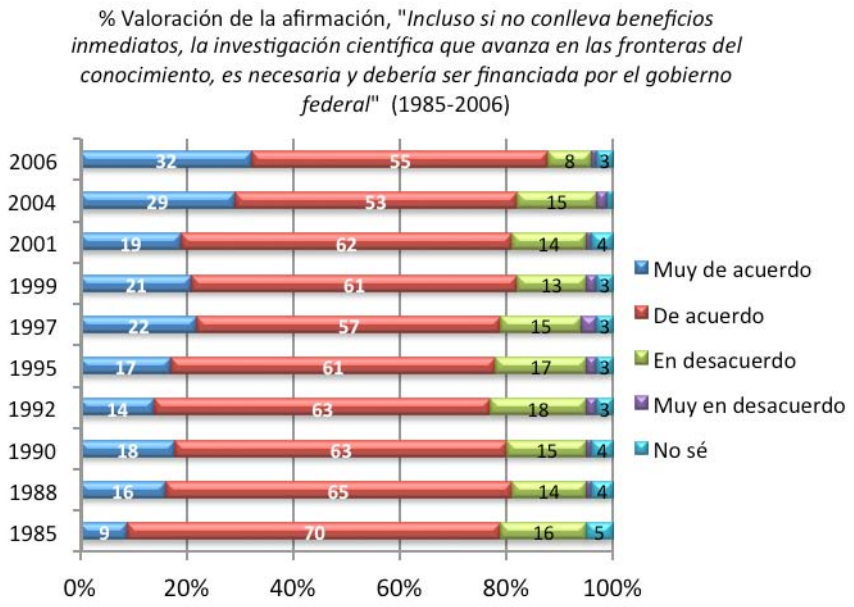


Aplicando a estos resultados la escala ATOSS –de actitudes hacia la ciencia organizada–, se obtiene que la media obtenida a lo largo del periodo por los encuestados con menor nivel educativo es de 2, y de 3.2 en el caso de los titulados universitarios.[128] El 'público atento' a la ciencia y la tecnología puntuó con un 2.9, el 'público interesado' con un 2.7, y el 'público residual' con un 2.4.

Mediante otro grupo de preguntas se evaluaba la opinión de pública sobre la financiación de la investigación científica. Como muestra la siguiente gráfica, a lo largo del periodo comprendido entre lo años 1985 y 2006, una gran parte de los encuestados se posicionaba a favor de que dicha financiación corriese a cargo del Gobierno Federal, aún en el caso de que no reportase beneficios inmediatos.

[128] Ver nota 113.

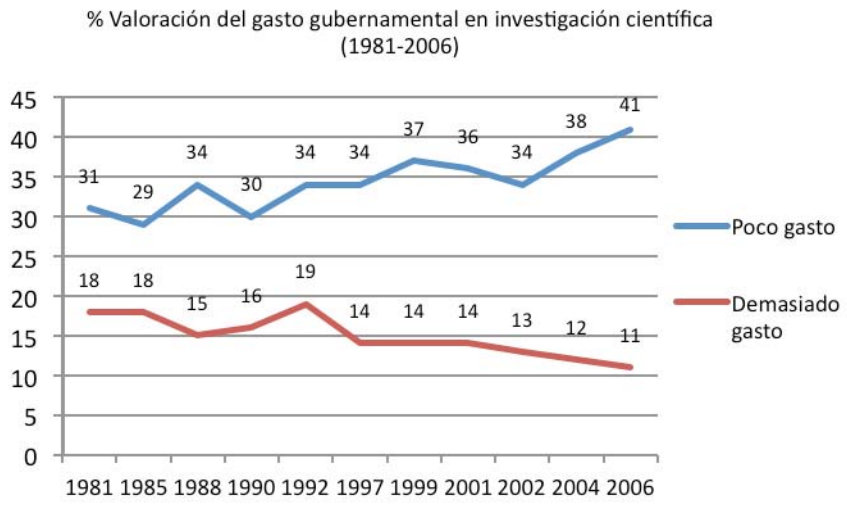
Gráfica 32



El análisis de los resultados reveló que existía una correlación positiva entre el nivel educativo y el acuerdo de los entrevistados con la afirmación propuesta. De este modo, entre los años 1985 y 2004, una media del 92% de los titulados universitarios manifestaba estar de acuerdo o muy de acuerdo, mientras que en el caso de los que habían finalizado sus estudios formales antes de la educación secundaria, la media era del 71%. A su vez, durante el periodo 1985-2001, el acuerdo entre el 'público atento' fue del 87%. En el año 2006, también se tuvo en cuenta el nivel de conocimientos del público, observándose que cuanto mayor era éste, mayor era el acuerdo con la afirmación (el 93% entre los que más conocimientos tenían, y el 77% entre los que menos).

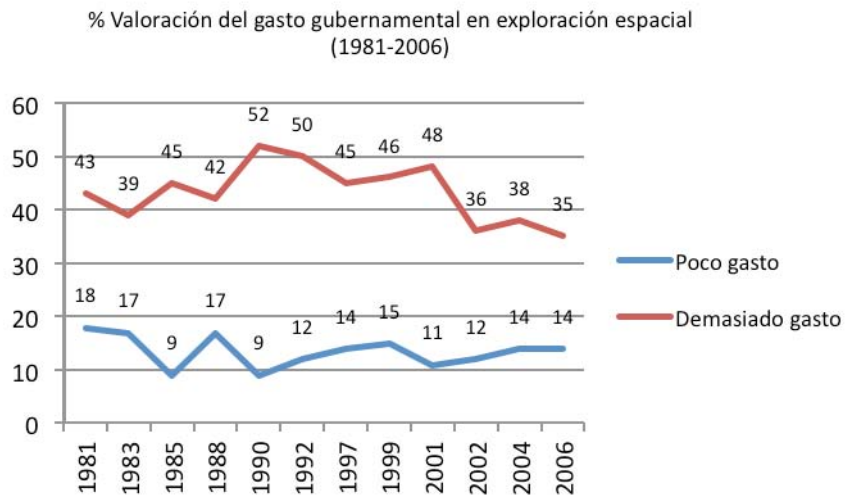
En otra de las preguntas vinculadas a la financiación se pedía al público que valorara el gasto gubernamental destinado a ciertas áreas, dos de las cuales eran la investigación científica y la exploración espacial.

Gráfica 33



En los años 1999, 2001, y 2006, la media del público con mayor nivel educativo, que consideraba poco el gasto destinado a la investigación científica, fue de un 45%, mientras que la del que tenía un menor nivel, fue de un 35%. A su vez, el 'publico atento' que eligió esa opción durante los años 1999 y 2001, fue del 48%, siendo suscrita en 2006 por el 54% de los que tenían más conocimientos científicos, y por el 32% de los que tenían menos.

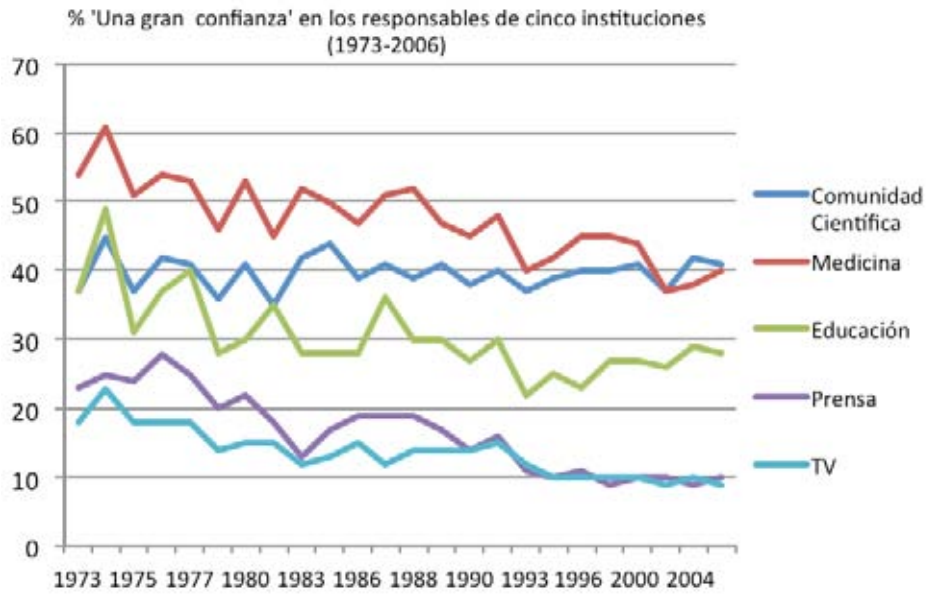
Gráfica 34



Durante los años 1999, 2001, y 2004, un media del 19% de los hombres y del 9% de las mujeres, consideraba que era poco el gasto destinado a la exploración espacial. En cuanto al nivel educativo, el 18% de los que poseían un mayor nivel de estudios formales, y el 10% de los que tenían el menor nivel, eligió esta opción. En 1999 y 2001, fue elegida por el 27% del 'público atento', y en 2006, por el 26% de los que más conocimientos científicos tenían, y por el 8% de los que tenían menos.

La evaluación de la confianza pública en diversas instituciones y personas, forma parte también del bloque dedicado a las actitudes. En una de las preguntas más frecuentes de esta sección se solicita a los encuestados que expresen su grado de confianza en las personas responsables de dirigir trece instituciones diferentes. La gráfica que aparece a continuación corresponde a una selección que muestra el porcentaje de encuestados que eligieron –durante el periodo comprendido entre los años 1973 y 2006– la opción 'una gran confianza', atribuida a las instituciones más relevantes para el propósito de nuestro trabajo.

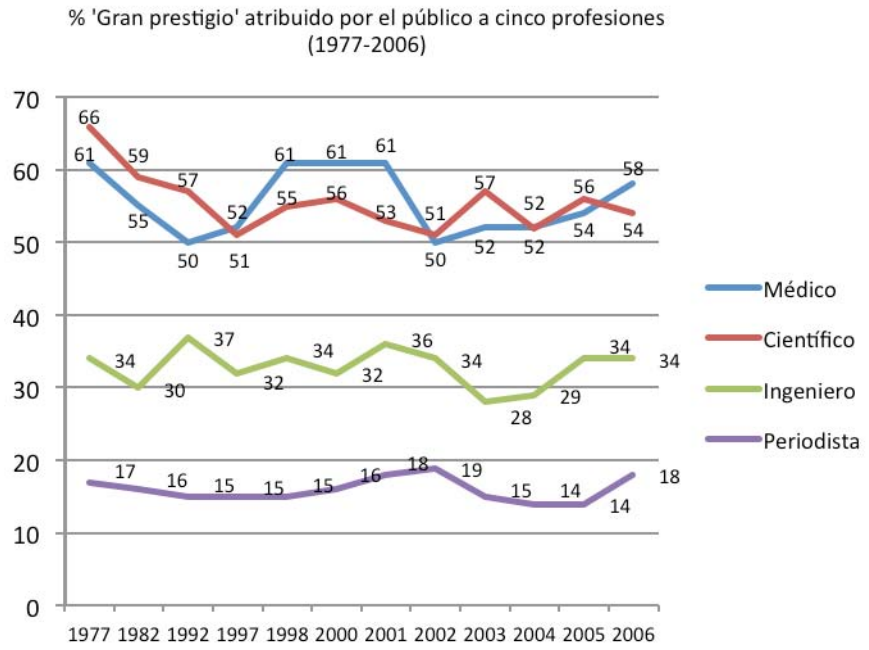
Gráfica 35



De los responsables de las trece instituciones propuestas, los dedicados a la medicina obtuvieron el mayor nivel de confianza, con una media del 48%, seguidos de la comunidad científica (40%), y de los militares (38%). Los resultados de las otras tres opciones elegidas fueron: educación (31%), prensa (17%), y televisión (14%).

En esta sección se integra también la evaluación del prestigio atribuido por el público a una serie de profesiones. El cuestionario incluye una pregunta en la que se propone a los encuestados que valoren un total de diecisiete. La siguiente gráfica se centra en cuatro de ellas, y recoge los porcentajes relativos a la opción 'un gran prestigio' –correspondientes a doce estudios realizados entre 1977 y 2006.

Gráfica 36



Las profesiones de médico y de científico ocuparon la primera posición de las diecisiete posibles, con una media del 56%. La de ingeniero fue la séptima más citada con un 33% de media, y la de periodista ocupó la decimoquinta posición (16%).

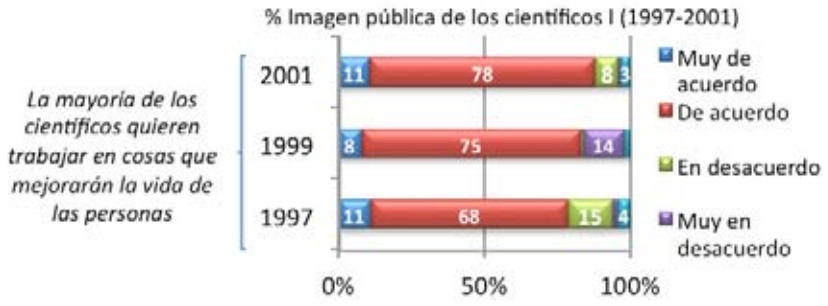
En el estudio de 2001 se preguntaba a los encuestados cómo reaccionarían en el caso de que un hijo suyo decidiese ser científico. Los resultados fueron idénticos independientemente del sexo del vástago. El 80% se alegraría por la decisión, el 18% reconoció que no le importaría cuál fuese la opción del hijo al respecto, y el 2% respondió que no le agradaría. El público con mayor nivel educativo mostró una mayor tendencia a elegir la primera de las opciones (86%) que el público con menor nivel (79%).

El estudio de 2006 incluía una pregunta en la que se pedía a los entrevistados que determinaran el nivel de influencia que deberían tener una serie de grupos profesionales a la hora de tomar decisiones sobre tres cuestiones –el calentamiento global, la investigación con células madre, y los alimentos genéticamente modificados. En los tres casos, los investigadores científicos resultaron ser el grupo al que

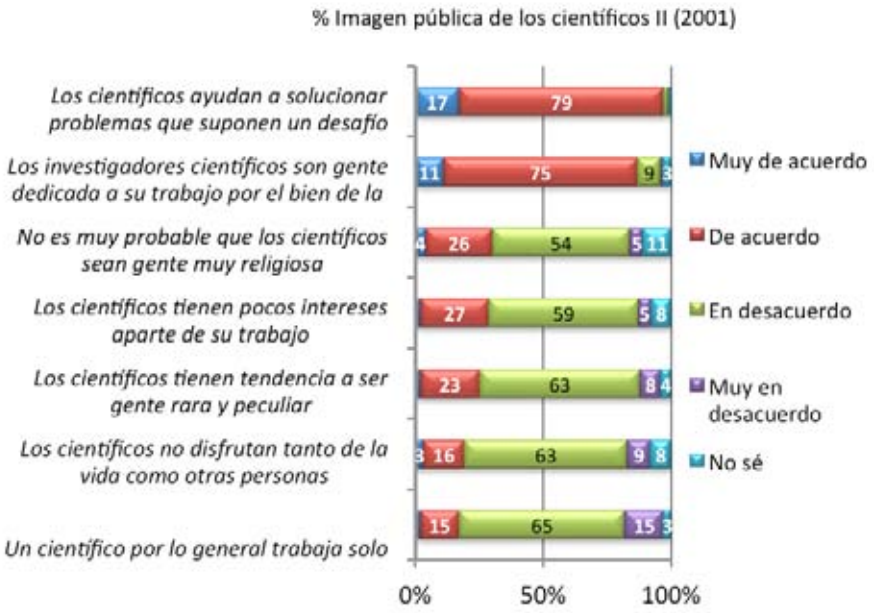
el público otorgó un mayor nivel de influencia. Respecto al primero, el 85% consideró que los científicos ambientales deberían tener mucha o bastante influencia, por delante de los miembros de la administración (50%), y de las autoridades empresariales (32%). En el segundo, los investigadores médicos obtuvieron el respaldo del 80% de los encuestados, seguidos de los miembros de la administración (46%), y de los líderes religiosos (29%). Y en el tercero, los investigadores médicos alcanzaron el 81%, los miembros de la administración el 37%, y las autoridades empresariales el 19%.

En cuanto a la imagen pública de los científicos, los informes de los estudios ofrecen escasos datos que permitan observar la evolución de las actitudes al respecto. Durante los años 1997, 1999, y 2001, se sometió a consideración la afirmación "*la mayoría de los científicos quieren trabajar en cosas que mejorarán la vida de las personas*", y en el año 2001 se plantearon siete afirmaciones que arrojan algo de luz sobre esta cuestión.

Gráfica 37.1



Gráfica 37.2



El análisis detallado de las dos primeras afirmaciones planteadas en 2001, revela que no existen diferencias significativas en el grado de acuerdo –suma de las opciones 'muy de acuerdo' y 'de acuerdo'–, si se analizan los resultados en función de las características de los encuestados. En la tercera se aprecian más diferencias, pero de forma moderada, con el 34% de los hombres, el 26% de las mujeres, el 27% de los encuestados con titulación universitaria, el 34% de los que su nivel educativo era inferior a la secundaria, y el 29% del 'público atento'. Con la cuarta mostró algún tipo de acuerdo el 33% de los hombres, el 25% de las mujeres, el 38% de los que tenían menos estudios, y el 18% de los que poseían una titulación universitaria, y el 22% del 'público atento'. En la quinta, aunque los hombres expresaron un mayor acuerdo que las mujeres –el 28% frente al 22%–, la diferencia era más notable en función del nivel educativo, con el 37% de los que tenían un menor nivel, y el 20% de los titulados universitarios. En esta ocasión el 28% del 'público atento' se mostró de acuerdo. En la sexta, fue de nuevo el nivel educativo el que marcó las mayores divergencias, con el acuerdo del 37% de entrevistados con nivel inferior a la secundaria, y el 11% de titulados universitarios. El porcentaje correspondiente al 'público atento' fue del

25%. Finalmente, con relación a la última afirmación, los porcentajes de los que tenían menor y mayor nivel de estudios fueron del 26% y del 12%, y el del 'publico atento', del 21%.

4.3. ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA EN EUROPA

4.3.1. Origen y resultados de los primeros Eurobarómetros de carácter específico sobre ciencia

Los principales estudios de percepción pública de la ciencia europeos forman parte de las encuestas de carácter bianual –denominadas Eurobarómetros–, llevadas a cabo en el ámbito de los Estados miembros de las Comunidades Europeas. Los Eurobarómetros iniciaron su andadura en el año 1974, aunque se habían realizado cuatro estudios previos en los años 1962, 1970, 1971, y 1973. Los contenidos de las encuestas hacían referencia a cuestiones relacionadas con las preocupaciones, intereses, y actitudes públicas sobre el Mercado Común, la Comunidad Europea, y la unificación de Europa. Algunas de las preguntas se mantenían de un estudio a otro a la vez que se añadían otras nuevas. Además, en ocasiones se incluía un conjunto de preguntas sobre un tema específico (Rabier, 141). Desde el principio los Eurobarómetros incluyeron alguna pregunta que de una forma u otra guardaba relación con la ciencia, si bien es cierto que no aparecían en todos los estudios. En otras ocasiones, el conjunto de preguntas añadidas sobre un tema específico estaba dedicado a la ciencia, como sucedería por primera vez en 1977. A lo largo del presente trabajo denominaremos Eurobarómetros de carácter específico a estos últimos, diferenciándolos de los primeros, a los que denominaremos Eurobarómetros de carácter general.[129]

Por lo tanto, el primer estudio a nivel comunitario sobre percepción pública de la ciencia o, lo que es lo mismo, el primer Eurobarómetro específico sobre el tema, se llevó a cabo entre los meses de abril y mayo de 1977 en los nueve Estados que por entonces componían las Comunidades Europeas.[130] Estaba

[129] En el Anexo I presentamos un compendio exhaustivo de las respuestas dadas a todas las preguntas relacionadas con la ciencia en general –excluyendo, con alguna excepción, aquellas sobre temas concretos como la biotecnología, medioambiente, etc.- incluidas en los Eurobarómetros de carácter general.
[130] Los países miembros en aquel momento eran: Bélgica, Dinamarca, República Federal Alemana, Francia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, los Países Bajos, y el Reino Unido.

dirigido a sondear las actitudes del público hacia la ciencia y la investigación científica –sin incluir los desarrollos tecnológicos–, con el propósito de servir como investigación pionera para facilitar la comunicación entre los científicos y los ciudadanos, y los encargados de tomar decisiones políticas (Eurobarómetro Nº.7, 4). La encuesta estaba orientada a analizar cuestiones como la imagen pública de la ciencia, la relación entre el público y la información científica, y las actitudes del público hacia la utilidad y el propósito de la investigación. También se preguntó a los participantes por las áreas de investigación que consideraban prioritarias, se sondeó su opinión sobre la financiación y la gestión de la ciencia, y sobre la política científica desarrollada en los Estados miembros de las Comunidades Europeas (Riffault y de la Beaumelle, 2).

Los resultados reflejaron un amplio consenso en los nueve países, y se alcanzó aproximadamente un porcentaje de acuerdo del 67% en las respuestas dadas a las principales preguntas del cuestionario. En líneas generales el público consideraba de forma mayoritaria que la ciencia era uno de los factores más importantes en la mejora de la vida cotidiana, y aunque reconocía que los descubrimientos científicos –sin tener en cuenta las aplicaciones militares– podían tener consecuencias muy peligrosas, también manifestaba su esperanza en las futuras consecuencias positivas. Del mismo modo, era partidario de que las investigaciones científicas recibiesen financiación estatal, y de que se realizasen de forma conjunta entre los distintos Estados de las Comunidades Europeas. Por último, existía también un acuerdo amplio en la creencia de que la información científica proporcionada por los medios de comunicación era merecedora de la debida atención (Riffault y de la Beaumelle, 7).

Las preguntas concebidas para evaluar la imagen y el potencial de la ciencia, pusieron de manifiesto que el 80% de los encuestados pensaba que los descubrimientos científicos y las aplicaciones de la ciencia habían jugado un papel muy importante o bastante importante en los cambios ocurridos en el mundo desde 1950. Aquellas personas que consideraban esos cambios como positivos, tendían a relacionarlos mucho más con la ciencia que las que los consideraban negativos. El 89% se mostraba esperanzado ante las consecuencias futuras de la ciencia, y confiaba en que todavía quedaban por descubrir muchos resultados positivos, y el 81% pensaba que la ciencia podía ayudar bastante o en cierta medida a mejorar la vida de los países en vías de desarrollo.

Otra pregunta, que permitía a los encuestados elegir la definición que más se aproximaba a la imagen que tenían de la ciencia, reveló una imagen positiva, puesto que la suma de los porcentajes obtenidos por

las opciones que ofrecían definiciones favorables era muy superior a la de las definiciones negativas: "*Todo lo que hace es para satisfacer la curiosidad de los científicos*" (4%); "*Es uno de los factores más importantes en la mejora de nuestra vida diaria*" (69%); "*Produce más inconvenientes que ventajas*" (5%); "*Es peligrosa*" (5%); "*Es apasionante*" (6%). No obstante, al preguntar por la posibilidad de que los descubrimientos científicos pudieran tener efectos muy peligrosos –dejando de lado su posible uso militar–, un 66% de la muestra respondió afirmativamente, frente al 19% que optó por lo contrario, y al 15% que no supo que contestar. Lo que indicaba, a juicio de los responsables del informe basado en la encuesta, que el público no albergaba una confianza ciega en la ciencia y que los movimientos de protesta que advertían de los posibles riesgos tenían un eco importante en la población (Riffault y de la Beaumelle, 20).

Una segunda serie de preguntas giraba en torno a las políticas de gestión de la investigación científica. Con relación a la financiación, el 81% se posicionaba a favor de que sus respectivos países destinaran subvenciones a la investigación –incluso el 82% de aquellos que afirmaban que los descubrimientos científicos podían tener efectos muy peligrosos, estaban de acuerdo con esta opción–, mientras que el 8% lo hacía en contra. Respecto a la conveniencia de que los Estados de las Comunidades Europeas llevasen a cabo las investigaciones de forma conjunta o de forma independiente, el 79% de los encuestados eligió la primera opción, mientras que el 14% optó por la segunda. Para evaluar sus preferencias en lo referente a la asignación de financiación, se les dio a elegir entre doce líneas de investigación –con la posibilidad de poder optar por más de una–, de este modo resultó que las cuatro líneas prioritarias fueron las siguientes: "*investigación médica y farmacéutica*" (64%); "*mejora de la agricultura para satisfacer la necesidad de alimentos*" (61%); "*reducción y control de la contaminación*" (50%); "*nuevas formas de energía*" (47%). A su vez, al preguntar por aquellas líneas en las que debería limitarse o reducirse la financiación, el resultado fue el siguiente: "*exploración espacial*" (51%); "*armamento y defensa nacional*" (44%); "*aceleración del transporte público*" (31%); "*pronóstico y control del tiempo*" (29%) (Riffault y de la Beaumelle, 42).

La evaluación del interés del público en la información científica transmitida por los medios de comunicación –televisión, radio, periódicos y revistas–, reveló que un 66% de la muestra manifestaba interés por la información relacionada con descubrimientos científicos que aparecía en dichos medios, frente al 34% que admitía no tener un particular interés al respecto. Cuando se les preguntó si introducían en su conversaciones temas relacionados con descubrimientos científicos o con sus aplicaciones, la

respuestas indicaban que el 17% lo hacía a menudo, el 38% de vez en cuando, el 20% casi nunca, y el 25% nunca.

Los temas relacionados con la ciencia que a su juicio aparecían con más frecuencia en la televisión fueron los siguientes –se ofrecía la posibilidad de elegir más de una opción–: medicina (31%), ciencias geológicas (20%), astronomía (18%), energía (16%), psiquiatría y psicología (12%), biología (12%), física y física atómica (11%), transportes y telecomunicaciones (6%), otros (1%), Estos mismos porcentajes, mantenían un orden idéntico y se duplicaban entre aquellos encuestados que reconocían ver de manera frecuente los programas en los que se trataban dichos temas.

La imagen pública de los científicos se evaluó mediante la opinión generaba su presencia en los medios. Se preguntó si los hombres de ciencia eran más bien dignos de admiración o, por el contrario, resultaban un poco decepcionantes, y resultó que para el 55% eran dignos de admiración, mientras que el 10% los consideraba un poco decepcionantes, el 27% encontraba a algunos dignos de admiración y a otros decepcionantes, y el 8% no supo que contestar. En este mismo sentido se preguntó si los científicos les resultaban interesantes o no, resultando que para el 73% lo eran, para el 8% no lo eran mucho, y para el 18% algunos eran interesantes y otros no muy interesantes.

Por otra parte, un 42% se declaraba partidario de un aumento de la aparición de científicos en programas de televisión, un 40% consideraba que la frecuencia de sus apariciones ya era adecuada, y el 7% era partidario de reducir el número de apariciones (Riffault y de la Beaumelle, 69).

Las respuestas se analizaron también teniendo en cuenta diversas características de los encuestados como su edad, sexo, profesión, nivel de educación, e ideología política. No obstante, en líneas generales, el amplio consenso variaba poco en función de unas y otras, aunque sirvieron para identificar siete grupos que divergían con la gran mayoría de la muestra en algunas cuestiones.[131]

---

[131] El primer grupo se diferenciaba por considerar que las condiciones de vida no habían cambiado sustancialmente desde 1950, se caracterizaba por estar formado por personas muy jóvenes, y representaba el 6% del total. El segundo grupo representaba al 3% del total y estaba formado por personas de edad avanzada con estudios primarios que dudaban de que la ciencia fuera a producir consecuencias beneficiosas para el futuro, no reconocían su contribución a la mejora de la vida diaria, ni sus aportaciones a los países en vías de desarrollo. El tercer grupo (3%) estaba formado por individuos –principalmente hombres residentes en ciudades con un alto nivel de educación, implicados políticamente, y con preocupaciones ecológicas-, era el grupo más reacio a admitir que la ciencia constituía el principal factor de mejora de la vida diaria, y expresaba poca confianza en su utilidad para los países en vías de desarrollo, sin embargo estaban muy interesados en la información científica y eran los primeros en reconocer que la ciencia puede ser apasionante. El cuarto grupo (6%) –formado por personas con bajos ingresos, y

En los meses de octubre y noviembre de 1978 se realizó una segunda encuesta sobre opinión pública de la ciencia, centrada, esta vez, principalmente en la percepción de los riesgos tecnológicos (Eurobarómetro Nº.10A). La primera parte del estudio pretendía analizar la sensibilidad de los ciudadanos con relación a una serie de temores sobre el futuro vinculados a la ciencia. Una segunda parte trataba de identificar las actitudes del público respecto a las ventajas e inconvenientes de la ciencia y de sus aplicaciones. Y por último, la tercera parte estaba destinada a evaluar las actitudes públicas –interés, temor y esperanza– acerca de ocho líneas o proyectos de investigación.

Con el propósito de evaluar el grado de preocupación del público, se eligieron cuatro temas relacionados con la ciencia y asociados a ciertos temores sobre el futuro del mundo. Los porcentajes obtenidos indicaban la proporción de encuestados que manifestaban su inquietud ante los mismos: la contaminación de la naturaleza (80%), el aumento del desempleo como consecuencia de la automatización del trabajo (67%), el carácter cada vez más artificial de las condiciones de vida (53%), y los riesgos que podía acarrear para los individuos la puesta en práctica de ciertos descubrimientos científicos o farmacéuticos (53%) (de la Beaumelle, 42).

A la hora de examinar las actitudes públicas sobre las ventajas e inconvenientes de la ciencia y sus aplicaciones, se pidió a los encuestados que manifestaran su grado de acuerdo o de desacuerdo con una serie de afirmaciones sobre desarrollos científicos y tecnológicos. Los resultados indicaban que, en general, el público era consciente de su escasa formación científica y de su desconocimiento de la realidad científica y tecnológica. Un 67% reconocía tener dificultades para hablar de ciencia por carecer de la formación suficiente para ello, mientras que el 19% no admitía tener este tipo de dificultades. Así mismo, se confirmaba la ambigüedad pública hacia la ciencia anunciada en la encuesta anterior, al poner de manifiesto que la creencia de los encuestados en los beneficios pasados y futuros derivados de ella,

---

mujeres de edad muy avanzada con estudios primarios- estaba interesado únicamente en las investigaciones que les podían reportar algún beneficio, como la médica o farmacéutica, y aunque algunos de ellos restaban importancia al papel de la ciencia en la mejora de las condiciones de vida, mostraban cierta confianza en las aportaciones beneficiosas de la ciencia en el futuro. El quinto grupo (4%) lo formaban personas de edades muy avanzadas y residentes en zonas rurales, que diferían de la mayoría por interesarse principalmente por las investigaciones relacionadas con la agricultura, dirigidas a satisfacer las necesidades de alimentos. El sexto grupo –formado principalmente por mujeres de edad bastante avanzada, con estudios primarios- manifestaba su apoyo a la ciencia, pero no mostraba un gran interés por la información científica, y le resultaba difícil establecer un orden de prioridades cuando se les presentaban diferentes áreas de investigación. Por último, el séptimo grupo –compuesto mayoritariamente por mujeres con estudios primarios- admitía prestar poca atención a las informaciones científicas, y se mostraba reacio a admitir los posibles efectos perniciosos de la ciencia, aunque en términos generales se aproximaba bastante al consenso general.

iba acompañada de la preocupación por los posibles riesgos de sus aplicaciones. En este sentido, el 74% estaba de acuerdo con que la ciencia en el futuro, al igual que lo había sido en el pasado, seguiría siendo uno de los factores más importantes en la mejora de la vida humana, frente al 11% que mostraba su desacuerdo. A su vez, el 67% admitía que el desarrollo científico y técnico en ocasiones conllevaba riesgos cada vez mayores para la sociedad que serían difíciles de controlar, frente al 15% que no estaba de acuerdo. Además, dicha ambigüedad se evidenciaba también en la inquietud pública que generaban los procesos de toma de decisiones sobre aplicaciones científicas. De esta forma, la constatación de la existencia de una tendencia mayoritaria, entre los europeos, a pensar que la ciencia estaba al servicio del interés general en sus respectivos países –un 44% consideraba que en su país se adoptaban las medidas necesarias para poner los descubrimientos de la ciencia al servicio del interés general, mientras que el 31% manifestaba su desacuerdo al respecto–, no ocultaba en absoluto ciertas reservas sobre sus aplicaciones, ni la consideración de que los políticos no concedían la importancia debida a las decisiones relativas a éstas. De este modo, un 69% concordaba en que el conocimiento científico es bueno en sí mismo, siendo la aplicación que se hace de él lo que a menudo causa los problemas, mientras que el 13% se mostraba en desacuerdo. Por otro lado, el 57% consideraba que algunos descubrimientos científicos eran puestos en práctica antes de estudiar suficientemente sus futuras consecuencias, advirtiéndose en este caso un aumento del porcentaje de los que no estaban de acuerdo con la afirmación, hasta alcanzar el 23%. Una nueva evidencia del temor del público hacia ciertas aplicaciones de la ciencia venía dada por su posicionamiento ante la siguiente afirmación "*sería positivo que se parase la construcción de tantas máquinas y pudiésemos regresar a la naturaleza*", con un 44% que admitía estar de acuerdo, y un 39% en desacuerdo. No obstante, a pesar del elevado porcentaje de individuos que afirmaban estar de acuerdo, parece tratarse de una cifra que indicaba más una oposición a las consecuencias de cierta automatización derivada del desarrollo científico que a la ciencia y a la tecnología en general, ya que ante la afirmación "*siempre se descubrirán nuevas invenciones para contrarrestar las consecuencias perjudiciales de los desarrollos tecnológicos*", un 48% se mostraba de acuerdo y un 28% en desacuerdo. Por último, el 62% consideraba que sería importante tener en cuenta la opinión del público a la hora de guiar la investigación científica y técnica, y un 20% expresaba su desacuerdo con tal posibilidad (de la Beaumelle, 31).[132]

---

[132] En base a estos resultados –sobre valoración de los beneficios de la ciencia, la reivindicación de participación en la política

La tercera parte de la encuesta evaluaba la opinión del público sobre ocho tipos de investigaciones científicas, con el propósito de saber si las consideraban más o menos valiosas, y si implicaban, a su juicio, riesgos inaceptables. También se sondeó su opinión sobre las posibles consecuencias negativas que se podrían derivar de no correr los riesgos implícitos a estas investigaciones. Los resultados quedan reflejados en la siguiente tabla.

científica y tecnológica, y la inquietud ante las consecuencias del desarrollo científico y técnico- se estableció una clasificación de los encuestados en cinco grupos: a) reivindicativos optimistas (26%), b) reivindicativos no optimistas (16%), c) no reivindicativos optimistas (19%), d) no reivindicativos no optimistas (12%), y e) intermedios o moderados (24%). El motivo principal por el que los encuestados reclamaban una mayor implicación personal en los temas científicos era la preocupación producida por las posibles consecuencias de la ciencia –que no siempre se identificaba con actitudes pesimistas ante el desarrollo científico-, mientras que aquellos que no reivindicaban que se tuviera en cuenta sus opiniones, basaban esta actitud en su aceptación de los avances de la ciencia (de la Beaumelle, 25).

Tabla 7

% Opinión y valoración del riesgo de ocho tipos de investigaciones científicas (1978)

Investigación	Merece la pena	Implica riesgos inaceptables	Considero graves las consecuencias derivadas de no llevarla a cabo
Desarrollo de la investigación médica y quirúrgica sobre trasplante de órganos	82	7	77
Destinar grandes sumas de dinero a encontrar y desarrollar nuevas fuentes de energía	76	5	70
Aumentar el número de satélites de observación orbitando en torno a la Tierra para obtener y transmitir información con distintos fines (telecomunicaciones, detección de recursos en el subsuelo y en la superficie de la Tierra, etc.)	55	13	46
Desarrollo de materiales sintéticos para reemplazar materias primas naturales como madera, hierro, cobre, etc.	54	12	59
Desarrollo de centrales nucleares para la producción de electricidad	44	36	62
Experimentos sobre la transmisión de la herencia genética orientados a la mejora de las cualidades de las especies vivas	33	35	38
Investigación sobre alimentos sintéticos para la producción de comida a escala industrial, no procedente de la agricultura ni de la ganadería	23	49	53
Informatización de la mayor cantidad de información posible de cada persona para tener acceso a ella en caso de ser necesario	22	45	32

El público prefería apoyar líneas de investigación cuyos resultados no sólo estuviesen orientados a la solución de problemas que consideraba importantes sino que afectasen también a su realidad más inmediata, como las investigaciones sobre trasplantes de órganos y nuevas formas de energía. Pero este apoyo estaba determinado a su vez por su percepción del riesgo, como sucedía con el desarrollo de centrales nucleares –con un número de partidarios y detractores muy igualado–, dado que el público no estaba dispuesto a asumir los posibles riesgos a pesar de las graves consecuencias que podrían derivarse de una situación de deficiencia energética en el caso de no producirse dicho desarrollo. Puestos

a asumir riesgos inherentes a las diferentes líneas de investigación, los encuestados mostraban una mayor disposición a favorecer aquellas investigaciones a las que atribuían riesgos que a su juicio podían afectarles de la forma menos directa posible (de la Beaumelle, 49).

Finalmente, el estudio constató que la nacionalidad de los encuestados marcaba notablemente su actitud ante aquellas líneas de investigación que les afectaban de alguna manera, lo que parecía indicar la influencia del contexto concreto, de la cultura, y de las políticas de información propias de cada país. Algo que podría suponer un obstáculo para la elaboración de políticas de información pública comunes, a nivel comunitario, sobre estos temas. En términos generales, el análisis de las respuestas indicaba que la confianza generalizada de los encuestados en los beneficios potenciales de la ciencia no estaba exenta del reconocimiento de los riesgos y de las dificultades que podía entrañar su aplicación, lo que despertaba inquietudes sobre el futuro del mundo y temores ante el desarrollo de la ciencia y de la tecnología (de la Beaumelle, IX).

El estudio, además de ofrecer datos generales, también establecía comparaciones en función de distintas características de los encuestados, como nacionalidad, nivel de educación, edad, profesión, e ideología política. Entre las múltiples conclusiones obtenidas cabe destacar que quienes declaraban tener una ideología de izquierda manifestaban una mayor tendencia a dudar del carácter beneficioso de la ciencia y a poner más énfasis en los riesgos que podría entrañar. Eran también, junto a los que poseían un nivel educativo más elevado, los más críticos al opinar que algunos descubrimientos científicos se ponían en práctica antes de estudiar suficientemente sus futuras consecuencias, y los menos propensos a afirmar que siempre se descubrirán nuevas invenciones para contrarrestar las consecuencias perjudiciales de los desarrollos tecnológicos.

A su vez, los encuestados con un menor nivel educativo eran los que más confiaban en la adecuación de la política científica al interés general, una confianza que aumentaba con la edad, mientras que, también en este caso, los más instruidos y los que se declaraban políticamente de izquierda, eran quienes manifestaban más dudas sobre la realidad de dicha adecuación (de la Beaumelle, 36).

4.3.2. Principales resultados acumulados de los Eurobarómetros de carácter específico sobre ciencia

Tras el estudio de 1978, el siguiente Eurobarómetro de carácter específico relacionado con la ciencia en general se llevó a cabo en el año 1989 (Eurobarómetro Nº.31). Posteriormente se realizaron otros en los años 1992, 2001, 2005, y 2007 (Eurobarómetro 38.1; Eurobarómetro 55.2; Eurobarómetro especial 224/oleada 63.1; Eurobarómetro especial 228/oleada 67.2) –el último de ellos dedicado a la investigación científica en los medios de comunicación. Como ya hemos mencionado, a lo largo de ese periodo también se llevaron a cabo estudios dedicados a temas específicos relacionados con la ciencia y la tecnología (como la biotecnología, el impacto de las nuevas tecnologías, el medioambiente, las tecnologías de la energía, los desechos radiactivos, la investigación médica y biológica, la seguridad de la energía nuclear, etc.) y frecuentemente se incluyeron preguntas sobre ciencia y tecnología en los Eurobarómetros de carácter general.[133] En este apartado presentaremos algunos de los resultados de los Eurobarómetros específicos sobre ciencia y tecnología en general que consideramos más significativos, pertenecientes a los estudios comprendidos entre los años 1989 y 2007. Lo haremos siguiendo la misma estructura expositiva que vertebró el apartado dedicado a los principales resultados acumulados de los *Science Indicators*.[134] Recordamos que el primero de los tres bloques temáticos que conforman dicha estructura gira en torno cuestiones como el interés del público en la ciencia, su evaluación de la información que cree tener sobre el tema, y el análisis de las distintas fuentes a las que recurre para informarse, incluyendo su asistencia a centros de divulgación. El segundo sondea la comprensión pública de la ciencia, mediante la evaluación de los conocimientos sobre una serie de términos y conceptos científicos, y de los procesos propios de esta actividad. Y el último bloque se centra en las actitudes públicas hacia diversos temas relacionados con ella, que incluyen la política científica, su financiación, etc.

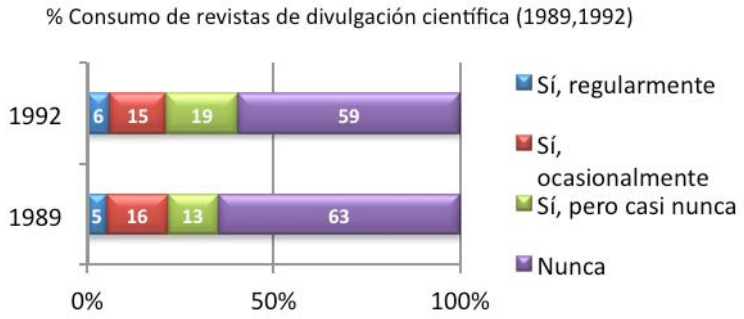
---

[133] En el Anexo I, además de reunir los resultados correspondientes a todas las preguntas sobre ciencia en general aparecidas en los Eurobarómetros de carácter general, también hemos recogido algunos resultados puntuales pertenecientes a estudios dedicados a temas específicos relacionados con la ciencia y la tecnología.

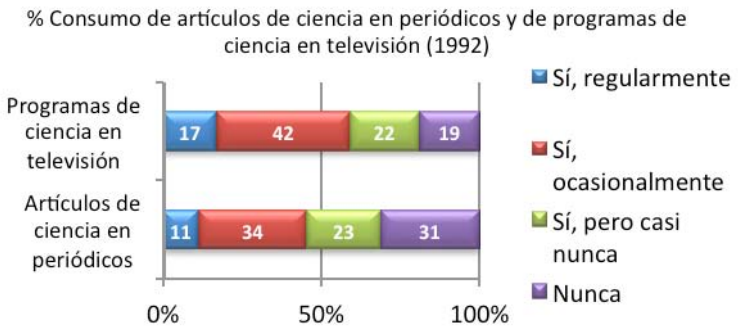
[134] Consideramos conveniente anotar que los Eurobarómetros específicos no sólo carecen de la periodicidad que caracteriza a los *Science Indicators*, sino que además presentan una menor coherencia interna, y una mayor alteración en la formulación de los enunciados entre un estudio y otro. Todo ello dificulta, y hace menos valiosa, la contrastación de los resultados obtenidos a largo plazo.

Por lo que respecta al uso de las fuentes de información, en 1989 y en 1992 se preguntó a los encuestados por la frecuencia con la que leían revistas de divulgación. En 1992 la pregunta hacía referencia también a artículos de ciencia publicados en la prensa y a programas de televisión sobre ciencia y tecnología. En el cuestionario de 2005 se incluyeron tres preguntas de este tipo, pero esta vez dirigidas a evaluar la frecuencia con la que el público leía artículos sobre ciencia en periódicos, revistas, e Internet, y asistía a reuniones o debates públicos sobre ciencia y tecnología. Finalmente, en 2007 se incluyeron una serie de ítems que aunaban preguntas semejantes a las realizadas por separado en los cuestionarios anteriores. La distinta formulación de las preguntas en los diferentes estudios no nos permite aglutinar en gráficas comunes los resultados, aunque esto no imposibilita la comparación de los porcentajes obtenidos cuando están en juego enunciados semejantes.

Gráfica 38

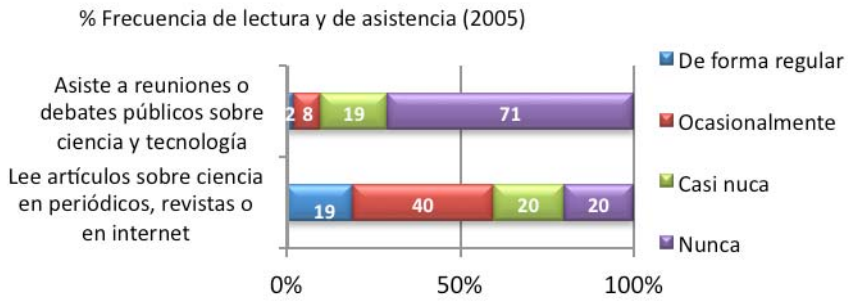


Gráfica 39

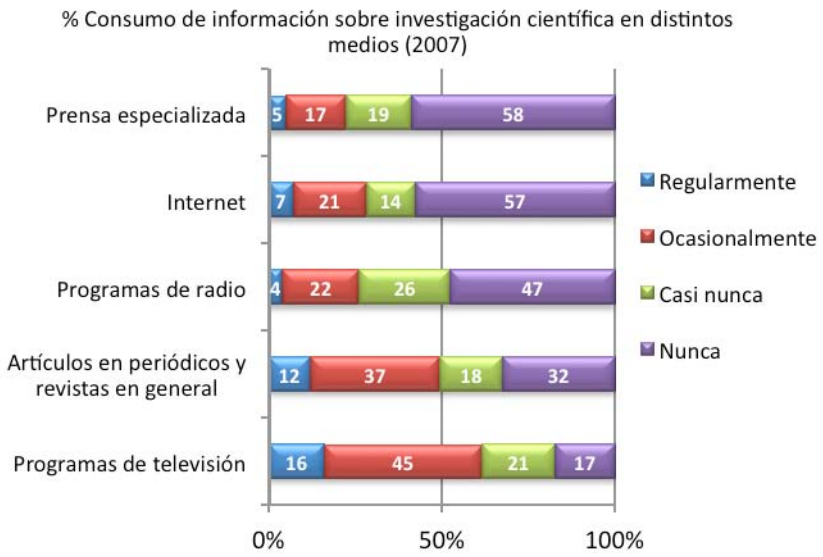


Por lo general, en 1992 los encuestados que manifestaban un mayor interés en las nuevas invenciones y tecnologías, y en los nuevos descubrimientos científicos, también eran mayores consumidores de información científica en los tres medios evaluados (aproximadamente el doble de la media). Los hombres declaraban un mayor nivel de consumo de información científica que las mujeres, aunque la diferencia resultaba especialmente significativa en el caso de los periódicos –con unos porcentajes del 15% y del 8%, respectivamente. Los encuestados con un mayor nivel educativo eran los que más consumían este tipo de información en los tres medios.

Gráfica 40



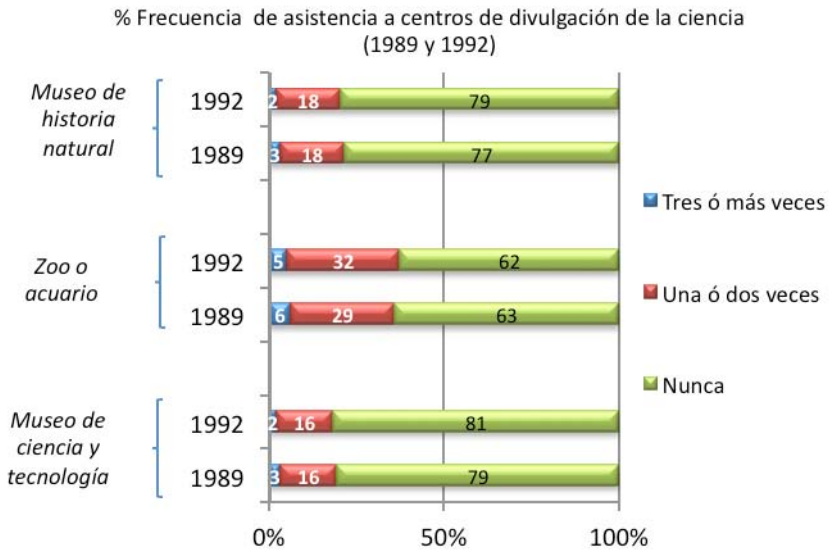
Gráfica 41



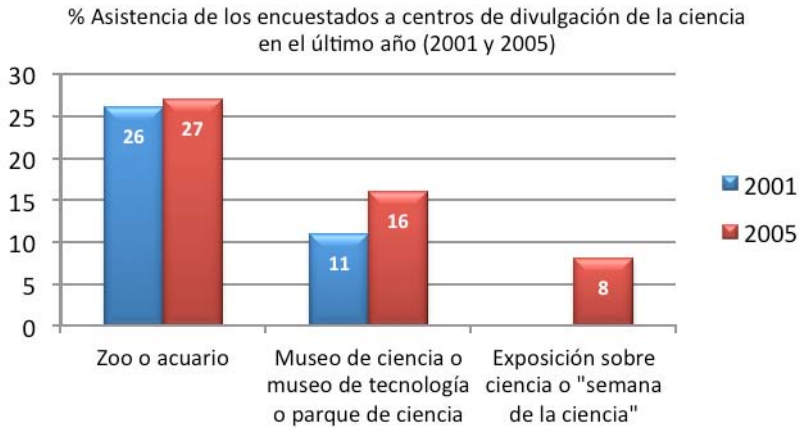
De nuevo, el análisis detallado de los resultados de 2007 mostró que los hombres y los encuestados con un mayor nivel educativo eran los grupos sociodemográficos que recurrían con más frecuencia a la información científica ofrecida en los distintos medios evaluados. En el caso de Internet, se observó que los encuestados más jóvenes eran los que empleaban más a menudo este medio para obtener información sobre investigación científica.

También se escrutó la asistencia de los entrevistados a diversos centros relacionados con la divulgación de la ciencia, como muestran las dos gráficas siguientes.

Gráfica 42.1



Gráfica 42.2



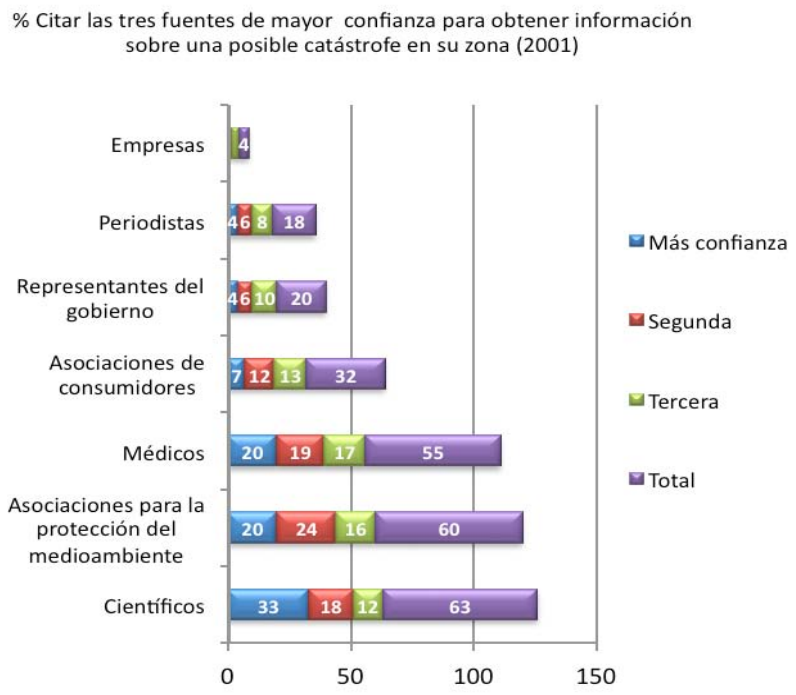
En 1992 se observó una mayor tendencia de los hombres a acudir a los museos de ciencia y tecnología (el 21% ellos frente al 15% de las mujeres). Los más jóvenes asistían más habitualmente a todos los centros de divulgación en general, una propensión que se acentuaba conforme aumentaba el

nivel educativo y el interés manifestado hacia los temas relacionados con la ciencia y la tecnología. En 2001 el nivel educativo también resultó ser un factor determinante en las visitas a los museos de ciencia (el 18% de los que habían cursado sus estudios hasta los 20 años o más, frente al 5% de los habían dejado de estudiar a los 15 años o antes). En 2005 se confirmaron estas tendencias, con un 19% de hombres que reconoció su asistencia a los museos, frente al 13% de las mujeres, el 19% de los más jóvenes frente al 10% de los más mayores, y el 26% de los que tenían un mayor nivel de estudios frente al 7% de los que tenían el menor nivel.

Durante los años 1989, 2001, 2005, y 2007 se evaluó la confianza del público en distintas fuentes de información. En 1989 se planteó una pregunta relacionada con la cuestión de la radiactividad. En 2001 una de las preguntas giraba en torno a una posible catástrofe, y en otra se pedía al público que clasificara en orden de importancia seis fuentes de información sobre desarrollos científicos. En 2005 la pregunta dirigida a evaluar la confianza trataba de los impactos sobre la sociedad de los desarrollos científicos y tecnológicos, y en 2007 con la investigación científica en general. Además, en 2001 y 2005 se pidió a los encuestados que eligiesen las tres fuentes en las que más confiaban, mientras que en 2007 se les pidió que citasen dos.

Gráfica 43

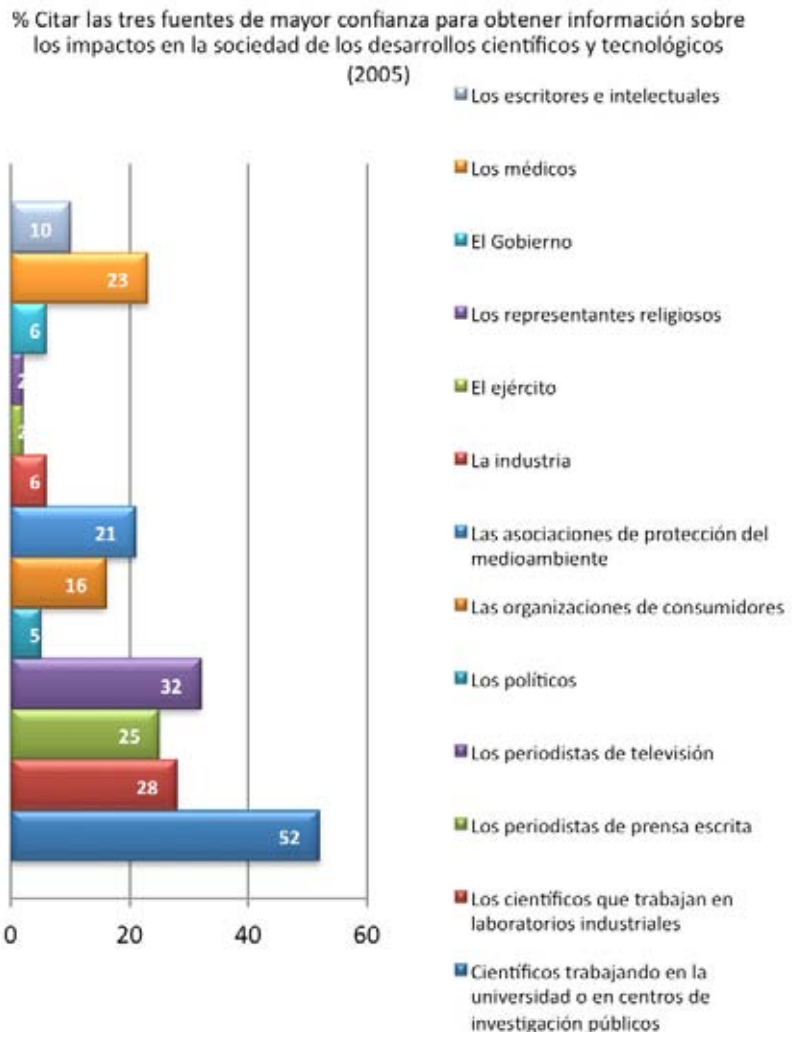
Gráfica 44



Gráfica 45

El público de mayor edad tendía a conceder una mayor importancia a la radio, mientras que aquel con un nivel educativo más elevado optaba por la prensa (42%) y por las revistas científicas (29%). Los más jóvenes eran quienes otorgaban más importancia a Internet (35%).

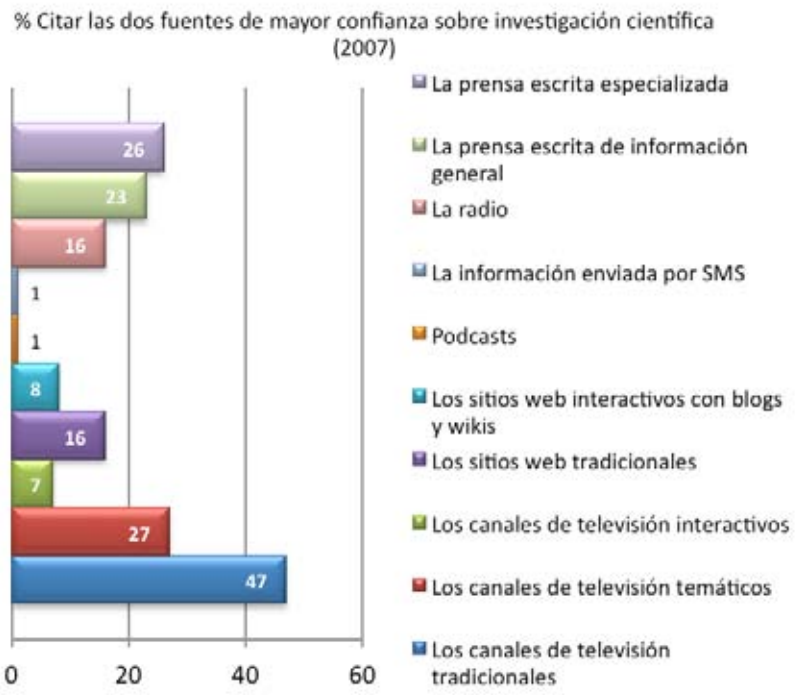
Gráfica 46



En 2005, los científicos empleados en la universidad o en centros de investigación públicos, y los empleados en laboratorios industriales, fueron más citados por los encuestados jóvenes (61% y 34%, respectivamente) que por los encuestados de mayor edad (43% y 22%). Las cifras correspondientes al público con mayor nivel educativo fueron 63% y 30%, y las del público con menor nivel, 40% y 22%. Los periodistas de televisión fueron citados por el 35% de los encuestados mayores de cincuenta y cinco

años, y por el 29% de los más jóvenes. Atendiendo al nivel de estudios, fueron citados por el 36% del público con un menor nivel de formación, y por el 26% de los que tenían el mayor nivel.

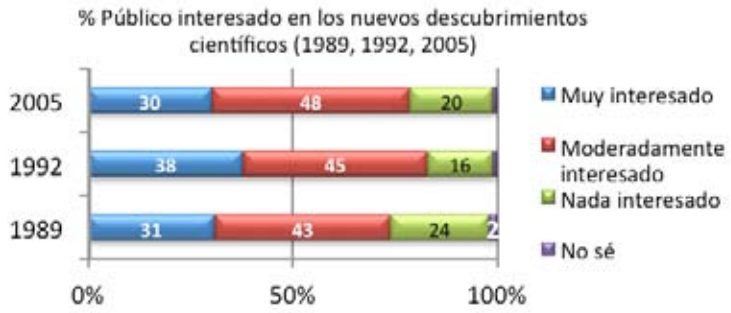
Gráfica 47



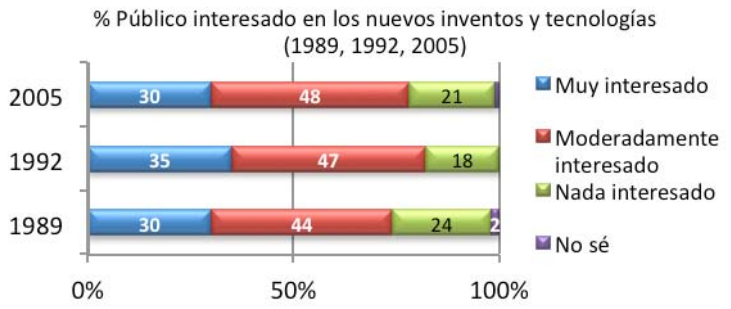
En este caso el público con un mayor nivel educativo confiaba más en la prensa especializada (40%), en los canales de televisión temáticos (32%), y en los sitios Web tradicionales (24%). A su vez, el menor nivel educativo estaba asociado a una mayor confianza en los canales de televisión tradicionales (60%). Los encuestados más jóvenes eran los que más confianza depositaban en la información científica *online*, un dato que está en consonancia con el hecho de que fueran ellos los que usaban con más frecuencia este medio (gráfica 41). A su vez, el 34% del público que manifestaba su interés en la investigación científica, confiaba en la prensa escrita especializada, frente al 16% del que no se mostraba interesado.

Otras de las cuestiones que se incluyen en este primer bloque es la evaluación del interés del público en una serie de temas relacionados con la ciencia: los nuevos descubrimientos científicos, las nuevas invenciones y tecnologías, y los nuevos descubrimientos médicos. A continuación exponemos de forma comparativa los resultados correspondientes a los años 1989, 1992, y 2005. Además, en el año 2001 se evaluó el nivel de interés en la ciencia y la tecnología en general.

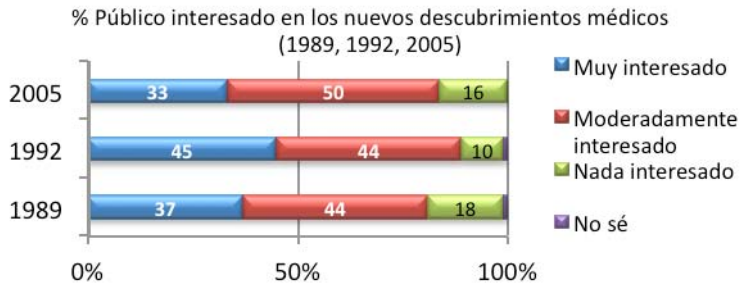
Gráfica 48



Gráfica 49



Gráfica 50



Gráfica 51

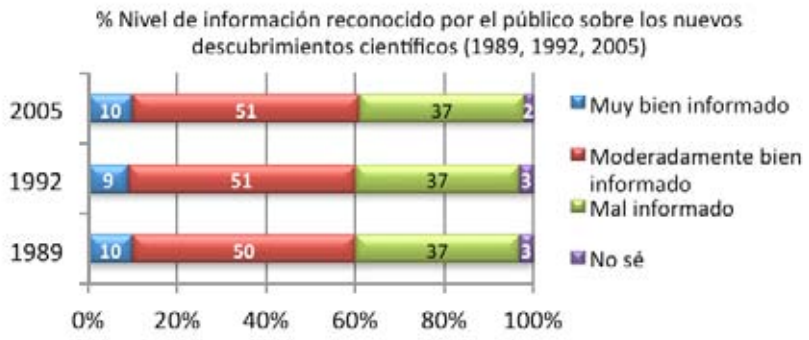
Los resultados de 1992 reflejaron que los hombres y los encuestados más jóvenes (entre 15 y 24 años) estaban más interesados en los dos primeros temas, mientras que las mujeres y los encuestados mayores de 55 años mostraban más interés por el tercero. Por otro lado, el público cuya educación formal se había prolongado hasta los 20 años o más, era el que más interés manifestaba por los tres temas. Unas tendencias semejantes a las observadas en los demás años.

En 2005, las dos principales razones que esgrimieron los encuestados que afirmaron no estar interesados en los nuevos descubrimientos científicos y en las nuevas invenciones o tecnologías, fueron 'no las comprendo', con un 32% (principalmente los mayores de 55 años y aquellos que habían abandonado la educación formal antes de los 15 años), y 'no me interesan', con un 31% (principalmente los más jóvenes y los que todavía se estaban estudiando).

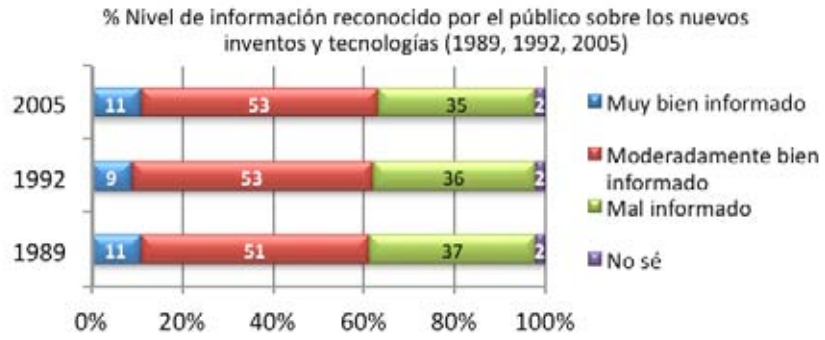
Tanto en 2001 como en 2005, cuando se preguntó a quienes habían manifestado su interés por los desarrollos científicos y tecnológicos, cuáles eran los que más les interesaban, las principales opciones elegidas fueron las relacionadas con la medicina y con el medioambiente.

Durante los años 1989, 1992, 2001, y 2005, con el fin de que el propio público evaluara su nivel de información científica, se recurrió a los mismos temas empleados para medir su interés, como muestran las siguientes gráficas.

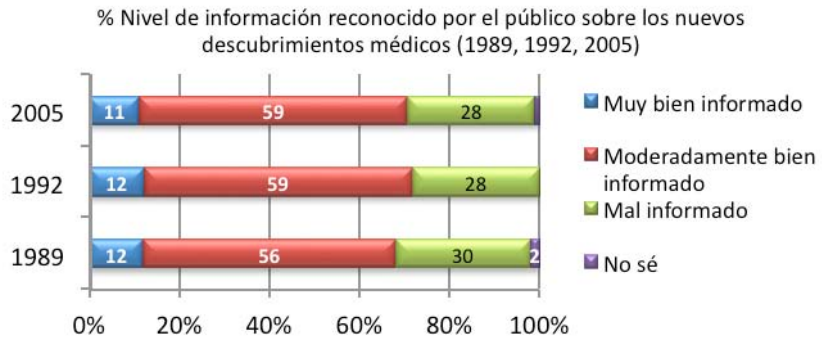
Gráfica 52



Gráfica 53



Gráfica 54



Gráfica 55

En 1992, el análisis sociodemográfico de los resultados reflejó que el nivel de información declarado por los encuestados era significativamente superior en aquellos que habían afirmado estar muy interesados en los correspondientes temas, y significativamente inferior en los que habían admitido su falta de interés. De esta forma, las mujeres y el público mayor de 55 años eran los que se consideraban mejor informados sobre los nuevos descubrimientos médicos, mientras que los hombres y los encuestados más jóvenes admitían un mayor nivel de información en los otros dos temas. Los que mejor informados decían estar eran los que habían prolongado sus estudios formales hasta los 20 años o más.

En 2005, las mayores diferencias entre quienes se consideraban muy bien informados sobre el tema de los nuevos inventos y tecnologías, se observaron entre hombres y mujeres (el 16% frente al 7%), entre jóvenes y mayores (el 15% frente al 8%), y entre los encuestados con mayor y menor nivel educativo (16% frente al 6%). En cuanto al tema de los nuevos descubrimientos científicos, las principales diferencias se hallaron entre los distintos grupos que se consideraban mal informados (el 42% de las

mujeres frente al 33% de los hombres, el 44% de los más mayores frente al 33% de los más jóvenes, y el 51% de aquellos que tenían un menor nivel educativo frente al 29% de los que tenían un mayor nivel).

A diferencia de lo sucedido en los *Science Indicators*, en los Eurobarómetros no se otorga especial relevancia a la división del público en tres categorías –atento, interesado, y residual. En 1989 sí que se incluyó la clasificación, pero los porcentajes obtenidos no están en la línea de los obtenidos en los *Science Indicators*.[135] Por otro lado, en su análisis del Eurobarómetro de 1992, Miller, Pardo, y Niwa realizaron sus propios cálculos relativos a las dos primeras categorías, según los cuales un 10% del total de encuestados pertenecía a la primera, y un 33% a la segunda. El análisis pormenorizado de estos datos reflejó que los individuos con un nivel de estudios más elevado tenían mayor probabilidad de pertenecer al 'público atento' que los que tenían el menor nivel (el 18% de los primeros, frente al 5% de los segundos). Además, los hombres también tenían una mayor probabilidad que las mujeres de clasificarse como 'atentos' (el 13% frente al 7%) (Miller, Pardo, y Niwa, 86).

El segundo bloque tiene como propósito cuantificar los conocimientos del público sobre una serie de términos y conceptos científicos, y sobre los procesos propios de la ciencia. Entre los diferentes ítems empleados en los Eurobarómetros específicos para evaluar conocimientos científicos en los años 1989, 1992, 2001, y 2005, hemos seleccionado, y tomado como referencia, las mismas afirmaciones –con

[135] Como ya indicamos en la nota 119, en algunas ocasiones se ha empleado un criterio distinto para clasificar al público como atento. Es el caso del informe correspondiente al Eurobarómetro de 1989, en el que además de aparecer las cifras correspondientes al tipo de público europeo de ese año y de 1977 –a pesar de que en este último año aún no se había introducido dicha clasificación ni si quiera en Estados Unidos-, se presentaban también las de los *Science Indicators* de 1979 –unas cifras, estas últimas, que no coinciden con las que posteriormente han aparecido en los informes oficiales de la *National Science Foundation* (gráfica 21). La confusión que genera esta circunstancia aumenta cuando observamos que en un artículo presentado en el encuentro anual de la *American Association for the Advancement of Science* de 1991, por autores relevantes en la materia, se ofrecen unas cifras del estudio europeo de 1989 distintas a las anteriores, y otras del estudio estadounidense de 1988 que tampoco se corresponden con las que aparecen en los informes posteriores de los *Science Indicators*. Por último, en el informe del estudio de 2001 se combinaron los datos correspondientes al interés y al nivel de información sobre ciencia y tecnología, algo que en principio debería dar como resultado la clasificación de los distintos públicos. Sin embargo, los resultados obtenidos divergen significativamente de las cifras correspondientes al estudio europeo de 1992 y de las ofrecidas por los *Science Indicators*, de modo que resulta plausible la suposición de que se empleara también un criterio de clasificación distinto. Todo ello hace que optemos por incluir como nota a pie de página los porcentajes que no están en la línea de los publicados por los informes oficiales de los *Science Indicators,* cuyo criterio de clasificación será el que rija las porcentajes presentados en el cuerpo de nuestro trabajo. *Informe Eurobarómetro 1989*: EU (1977) 'publico atento' (PA) (16%), 'público interesado' (PI) (50%), y 'público residual' (34%). EU (1989) PA (17%), PI (36%), y PR (48%). USA (1979) PA (20%), PI (20%), y PR (60%). *Artículo 1991*: EU (1989) PA (19%), PI (16%), PR (65%). USA (1988) PA (21%), PI (23%), PR (56%). *Informe Eurobarómetro 2001*: EU (2001) PA (29%), PI (15%), PR (46%) (Tchernia, Handley, y Médioni, 44; Durant, Miller, Tchernia, y van Deelen, 10)

alguna variación– que presentamos en el apartado de los *Science Indicators* (tabla 6), con el fin de facilitar la contrastación de los resultados entre ambos estudios.[136]

Tabla 8

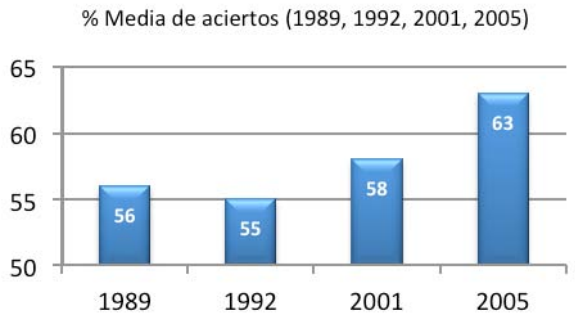
% Afirmaciones sobre conocimientos científicos. Respuestas acertadas (1989, 1992, 2001, y 2005)

	EU-12 (1989)	EU-12 (1992)	EU-15 (2001)	EU-25 (2005)
1. El centro de la Tierra es muy caliente	85	86	88	86
2. Toda la radiactividad está producida por el hombre	57	53	53	59
3. Los láseres funcionan mediante la concentración de ondas sonoras	37	36	35	47
4. Los electrones son más pequeños que los átomos	42	40	41	46
5. El universo se originó en una explosión enorme	NP	NP	NP	NP
6. Los continentes se han estado moviendo durante millones de años y lo continuarán haciendo en el futuro	69	82	82	87
7. ¿Gira la Tierra alrededor del sol, o es el sol el que gira alrededor de la Tierra?	80	81,3	67	66
8. ¿Cuánto tiempo tarde la Tierra en dar una vuelta alrededor del sol: un día, un mes, o un año?	50	NP	NP	NP
9. Son los genes del padre los que determinan el sexo del bebé	49	49	48	64
10. Los antibióticos matan tanto bacterias como virus	24	27	40	46
11. Los seres humanos, tal y como los conocemos hoy, se han desarrollado de especies animales anteriores	62	65	69	70

[136] A la hora de comparar la media de aciertos entre los distintos años y entre los Eurobarómetros y los *Science Indicators* hay que tener en cuenta –además de la incorporación de nuevos países miembros a la Comunidad Europea en los años 2001 y 2005- que en los estudios europeos no se incluyó la afirmación nº.5, y que la nº.8 sólo se planteó en 1989. Además, este último año la afirmación nº.6 se enunció de forma diferente al resto de los años –"*los continentes se están moviendo lentamente sobre la superficie de la Tierra*"-, y en 2001 y 2005 la afirmación nº.7 también se enunció de distinta manera –"*el sol rota alrededor de la Tierra*"-, lo que pudo afectar a la media de aciertos en cada caso, como se observa en la tabla 8.

Teniendo en cuenta lo dicho en la nota anterior, mostramos a continuación la media de aciertos totales en cada uno de los años.

Gráfica 56



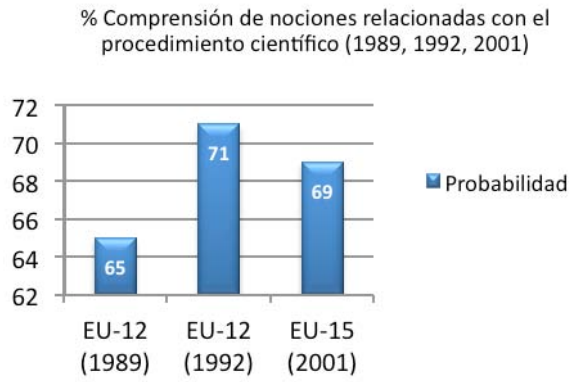
La siguiente gráfica muestra los distintos niveles de conocimiento del público, en función de las respuestas dadas a un total de trece afirmaciones en los años 2001 y 2005.

Gráfica 57

Los Eurobarómetros no ofrecen información significativa sobre la comprensión pública de los procedimientos de la actividad científica. A pesar de que en los años 1989, 1992, 2001, y 2005, los estudios incluyeron ocasionalmente preguntas relacionadas con la comprensión de las nociones de experimento y de estudio científico, se introdujeron variaciones en los enunciados, lo que impide la

comparación de los resultados obtenidos –entre los propios estudios Europeos, y entre éstos y los *Science Indicators*. Tan sólo la pregunta vinculada a la noción de probabilidad mantuvo una estabilidad que posibilita dicha comparación, como se muestra en la siguiente gráfica.

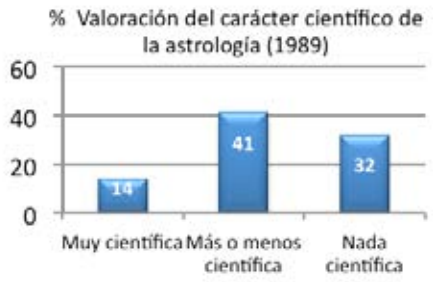
Gráfica 58



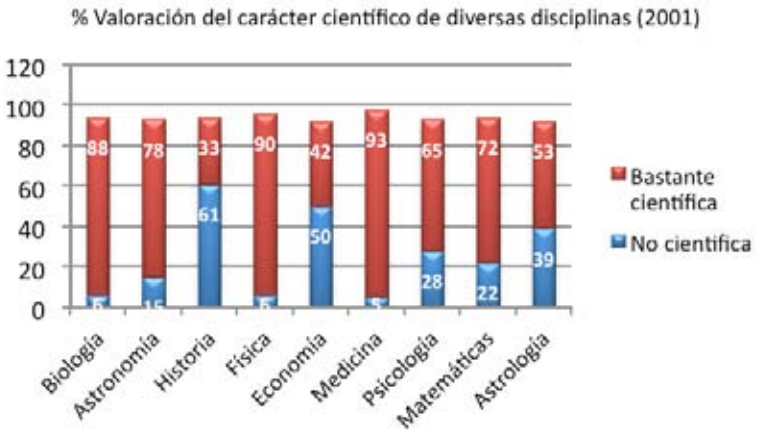
Otra de las preguntas pertenecientes a este bloque es la dirigida a analizar la valoración pública del carácter científico de una serie de disciplinas. Como vimos en la sección dedicada a los *Science Indicators*, el informe de 2008 contenía una pregunta de este tipo –correspondiente a un estudio realizado en 2006 (gráfica 26) –, si bien es cierto que se trataba de una excepción, puesto que hasta entonces se había restringido la pregunta a la astrología (gráfica 27). En 1989 los Eurobarómetros incluyeron la pregunta sobre la astrología, y en 1992 se amplió a otras disciplinas. En 2001 se volvió a repetir la versión ampliada pero variando el enunciado, y, por último, en 2005 se incluyó de nuevo con un enunciado similar al del año 2001.[137]

[137] En 1992 se formuló la pregunta de dos formas distintas, de modo que a la mitad de los encuestados se les ofreció una breve explicación sobre cada una de las disciplinas, mientras que a la otra mitad se les privó de ella. Lo cierto es que los resultados no divergieron significativamente en ambos casos –salvo en las disciplinas 'historia' y 'psicología', con una diferencia máxima del 5% en la primera, y del 3,5%, en la segunda. No obstante, hemos optado por presentar los resultados correspondientes a la segunda formulación con el fin de poder compararlos con los obtenidos en 2005, año en el que se propuso únicamente esa formulación. Por otra parte, en 2005 se presentó a la mitad de los encuestados una lista de disciplinas entre las que se incluía la astrología, mientras que en el formulario correspondiente a la otra mitad se sustituyó la opción 'astrología' por la de 'horóscopos', un término que resultaba más inteligible para el público, como demuestran los resultados de la tabla 5.

Gráfica 59



Gráfica 60



En los cuestionarios de los años 1992 y 2005 se pedía al público que valorarse el carácter científico de las distintas opciones mediante una escala del 1 al 5, en la que el 1 se identificaba con la respuesta 'nada científica', y el 5 con la de 'muy científica', mientras que el resto de posibles alternativas servía para matizar estos extremos.

Tabla 9

% Valoración del carácter científico de diversas disciplinas (1992 y 2005)

	1		2		3		4		5	
	1992	2005	1992	2005	1992	2005	1992	2005	1992	2005
Biología	3	2	4	4	13	15	23	23	53	53
Astronomía	4	5	7	7	13	15	23	21	51	49
Historia	30	18	17	19	20	26	14	17	19	18
Física	3	2	2	3	7	9	18	20	69	64
Economía	26	13	16	28	20	21	16	19	20	
Medicina	2	2	2	2	6	6	18	20	71	70
Psicología	12	8	11	12	19	24	22	23	35	31
Matemáticas		4		6		14		22		51
Homeopatía		13		16		26		19		16
Astrología	23	23	13	14	16	17	17	16	29	25
Horóscopos		55		17		11		6		6

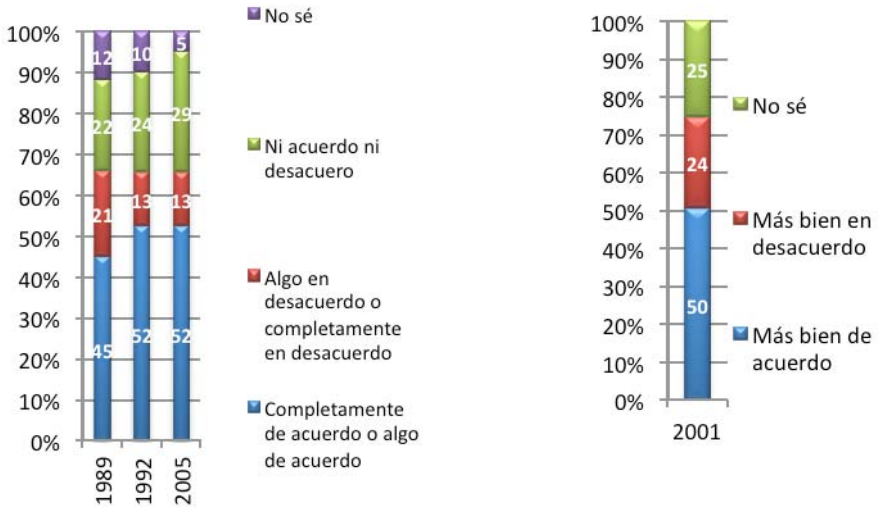
En 1992, el análisis de los resultados mostró que las variables sociodemográficas que más influían en los mismos eran el nivel de educación, el de ingresos, la posición social, y el uso de los medios de comunicación. Los entrevistados con índices más altos en dichas variables tendían a considerar más científicas la física, la medicina, la biología, la astronomía, la economía, y la historia. A su vez, el público con un menor nivel educativo, menos ingresos, y con una posición social más baja, tendía a considerar la psicología y la astrología como más científicas que la media de encuestados. Los más escépticos ante el carácter científico de la astrología eran aquellos con mayor nivel educativo, mayor nivel de ingresos, una buena posición social, y quienes asumían una posición política de izquierda.

En 2001 se observó que todas las disciplinas evaluadas –con excepción de la astrología– eran consideradas más científicas cuanto mayor era la edad y el nivel educativo de los entrevistados. El informe de 2005 sólo ofrecía el análisis sociodemográfico de los resultados correspondientes a la opción 'horóscopos', considerada menos científica por el público cuyos estudios formales se habían prolongado hasta los veinte años o más.

Ya en el tercer bloque –dedicado a las actitudes públicas sobre diversos temas relacionados con la ciencia–, una de las preguntas habituales, tanto de los Eurobarómetros como de los *Science Indicators* (gráfica 28), evalúa la percepción pública de los beneficios o perjuicios provocados por la ciencia. Como se observa en las siguientes gráficas, en el año 2001 se ofrecieron unas opciones de respuesta diferentes a las de los años 1989, 1992, y 2005, lo que hizo que los resultados obtenidos ese año fuesen diferentes –concretamente los de las opciones relacionadas con el desacuerdo o la ignorancia.

Gráfica 61.1 Gráfica 61.2

% Valoración de la afirmación, "*Los beneficios de la ciencia son mayores que los efectos negativos que pueda tener*" (1989, 1992, 2001, 2005)



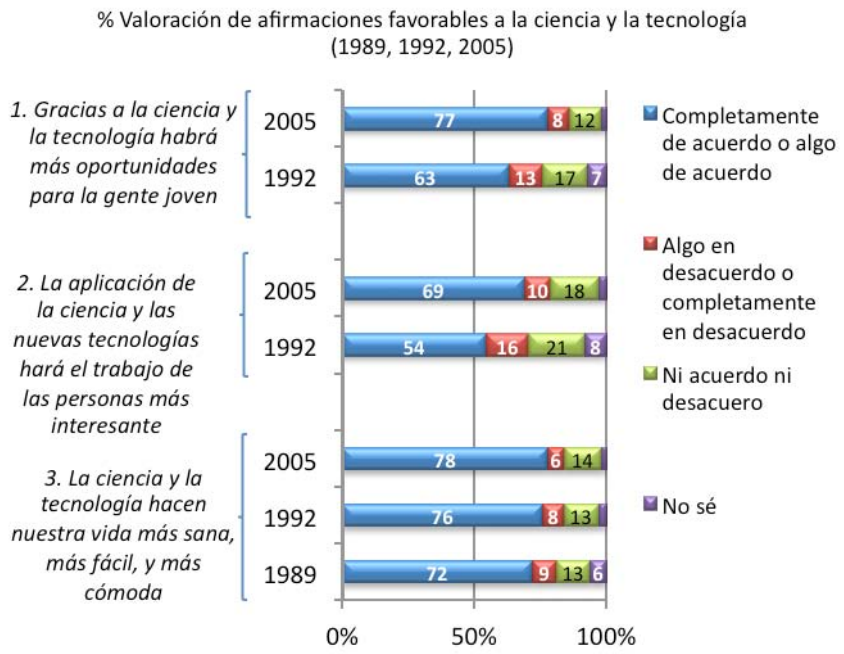
En el informe de 1989 se estableció una comparación entre las respuestas dadas por el público en general y por el 'público atento', y se constató la mayor tendencia del segundo a elegir la opción '*completamente de acuerdo o algo de acuerdo*' (el 52% frente al 45%). El análisis de los resultados de 1992 reflejó que los hombres (56%), los encuestados que tenían entre 40 y 54 años (58%), los que tenían ingresos más elevados (el 58% de ellos, frente al 49% de los que tenían menos ingresos), los que recurrían a menudo a los medios de comunicación (el 58%, frente al 44% de los que menos uso hacían

de los mismos), y los que tenían una opinión positiva de la Comunidad Europea (el 56%, frente al 47% de los que tenían una opinión negativa), mostraban una mayor tendencia a elegir las opción que enfatizaba los beneficios por encima de los perjuicios.

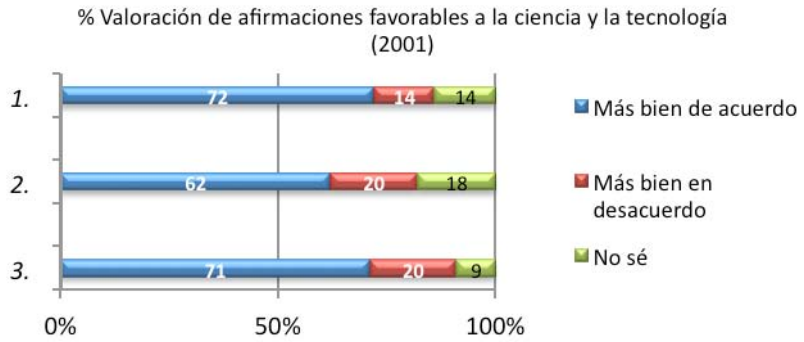
En 2001 se puso de manifiesto que los encuestados que habían demostrado un mayor nivel de conocimientos científicos tendían a resaltar los beneficios de la ciencia por encima de los que tenían un menor nivel de conocimientos (el 55% de los primeros frente al 35% de los segundos). Por último, en 2005 se confirmó dicha tendencia entre los hombres y los encuestados de edad más avanzada.

De las distintas afirmaciones –favorables y desfavorables a la ciencia y la tecnología en general–, sometidas a la consideración de los encuestados en los Eurobarómetros, hemos seleccionado los resultados de las mismas que expusimos en el apartado de los *Science Indicators* (gráficas 31 y 32), con el fin de facilitar la comparación.

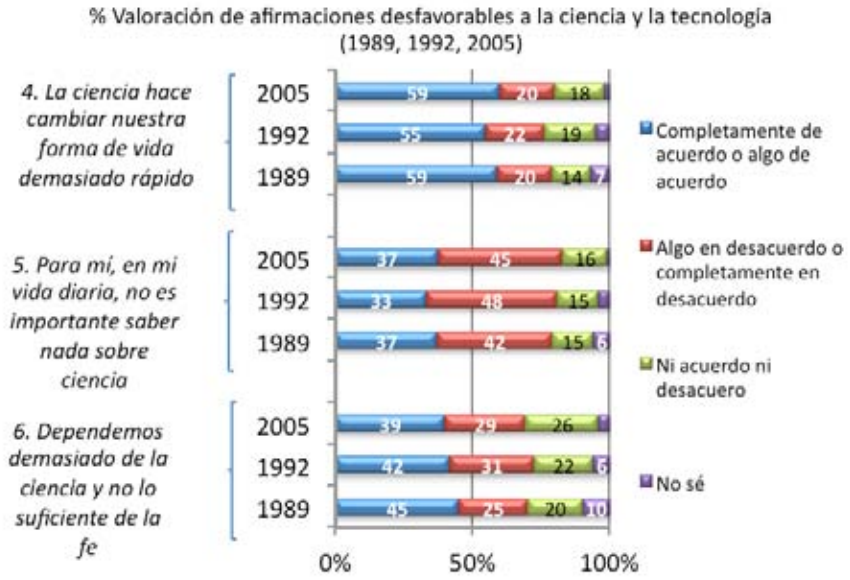
Gráfica 62.1



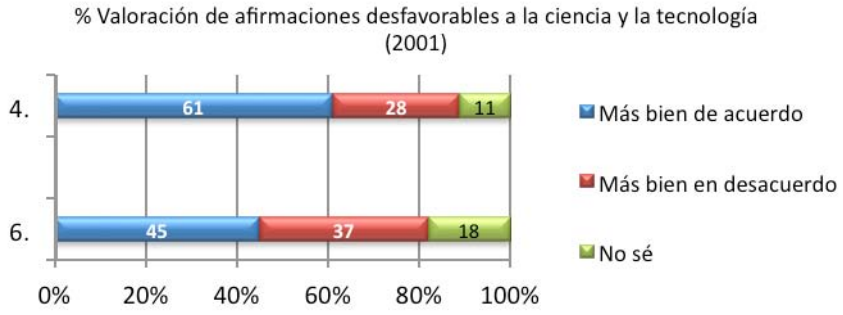
Gráfica 62.2



Gráfica 63.1



Gráfica 63.2



La comparación entre las respuestas dadas por el público en general y el 'público atento', llevada a cabo en 1989, mostró unas diferencias significativas en dos de las afirmaciones anteriores. El 83% y el 21% del 'público atento' afirmo estar completamente de acuerdo o algo de acuerdo con las afirmaciones nº.3 y nº.5, respectivamente (frente al 72% y al 37% del público en general).

Mediante la aplicación de una serie de mediciones estadísticas a los resultados del Eurobarómetro de 1992, se identificó –entre la totalidad de afirmaciones propuestas– un conjunto de seis afirmaciones que constituían un factor unidimensional relacionado con una actitud de confianza en la ciencia y la tecnología. Además, otras tres configuraban otro factor vinculado a las reservas o preocupaciones por sus consecuencias.[138] A diferencia de lo sucedido en Estados Unidos en el estudio de 1995, se halló que ambos factores eran prácticamente independientes, con una ligera correlación negativa. De manera que existía casi la misma probabilidad de que los ciudadanos europeos que habían obtenido un alto porcentaje en uno de los dos factores obtuvieran un porcentaje alto o bajo en el otro, lo que sugería que la confianza depositada por muchos europeos en las consecuencias beneficiosas de la ciencia y la tecnología, no era impedimento para que al mismo tiempo expresaran ciertas reservas (Miller, Pardo, y Niwa, 99).

[138] El primer factor estaba constituido por las cuatro afirmaciones reflejadas en las gráficas 61 y 62, y por las dos siguientes: "*La mayoría de los científicos desea trabajar en cosas que harán que mejore la vida del ciudadano medio*", "*El progreso científico y tecnológico ayudará a la curación de enfermedades tales como el SIDA y el cáncer*". La tercera afirmación que constituía el segundo factor, además de la nº.4 y la nº.6 de la gráfica 63, era la siguiente: "*Debido a sus conocimientos, los investigadores científicos tienen un poder que les hace peligrosos*".

El análisis de los resultados obtenidos en 2001 mostró que las respuestas dadas a las afirmaciones favorables a la ciencia tendían a ser más positivas cuánto mayor era el nivel educativo y el nivel de conocimientos científicos de los encuestados[139]. En cuanto a las afirmaciones desfavorables a la ciencia, se observó la tendencia contraria, de modo que el 16% y el 21% de los encuestados con un nivel de conocimiento científico más bajo rechazaba las afirmaciones nº.4 y nº.6, respectivamente, frente al 50% y al 51% de los que poseían un mayor nivel de conocimiento.

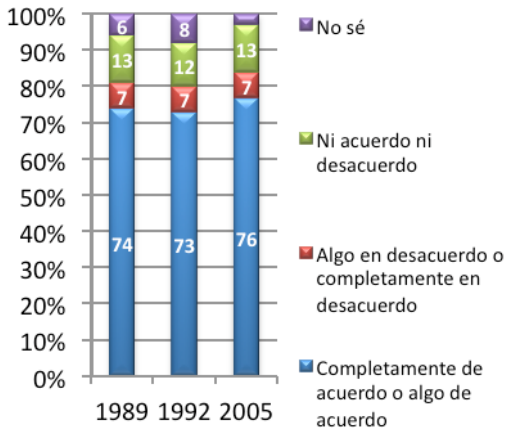
Otra de las afirmaciones que habitualmente se somete a la evaluación pública en los Eurobarómetros –al igual que en los *Science Indicators* (gráfica 32)– hace referencia a la conveniencia o no de mantener la financiación de la investigación científica por parte del Gobierno, incluso si no reporta beneficios inmediatos.

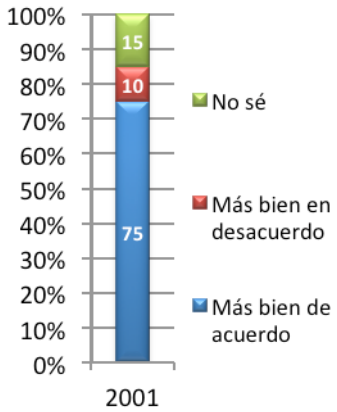
[139] Esto no implicaba una confianza ciega en la ciencia por parte de los encuestados con estas características, puesto que ante afirmaciones que suponían una confianza excesiva en la misma –como "*Gracias a los avances científicos y tecnológicos, los recursos naturales de la Tierra serán inagotables*", y "*La ciencia y la tecnología pueden resolver cualquier problema*"- sus respuestas tendían a ser más negativas que las de quienes poseían un nivel bajo de conocimientos científicos.

Gráfica 64.1

Gráfica 64.2

% Valoración de la afirmación, "*Aunque no reporten beneficios inmediatos, las investigaciones científicas que hacen avanzar el conocimiento deberían ser financiadas por el Gobierno*" (1989,1992, 2001, 2005)



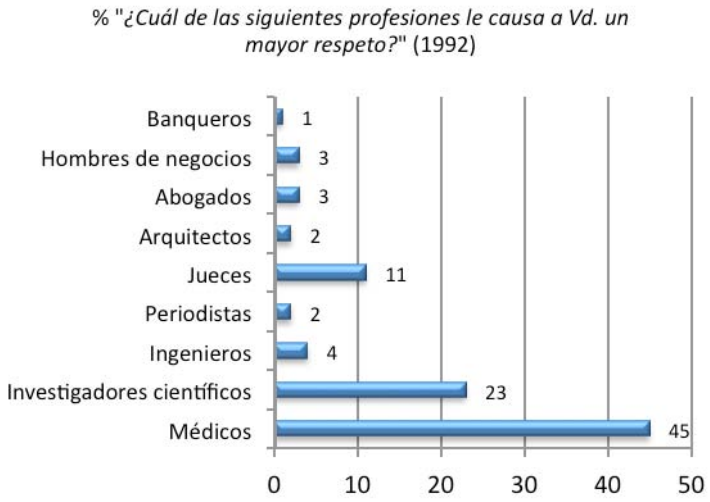


El informe sobre los resultados obtenidos en 1989 puso de manifiesto que el porcentaje correspondiente al 'público atento' que eligió la opción "*completamente de acuerdo o algo de acuerdo*', era significativamente superior a la media del público en general (el 88% frente al 74%). Los datos obtenidos en 1992 indicaban que los hombres (el 78% frente al 69% de las mujeres), los encuestados con un alto nivel educativo, los usuarios habituales de medios de comunicación, los que tenían una idea positiva de la Comunidad Europea, y los que tenían un nivel alto de ingresos, tendían a manifestar un mayor acuerdo con la afirmación. En 2001 se constató que entre los encuestados que habían demostrado tener un mayor nivel de conocimiento científico, se daba una tendencia muy superior a responder favorablemente (el 86% de estos, frente al 46% de los que tenían un nivel más bajo).

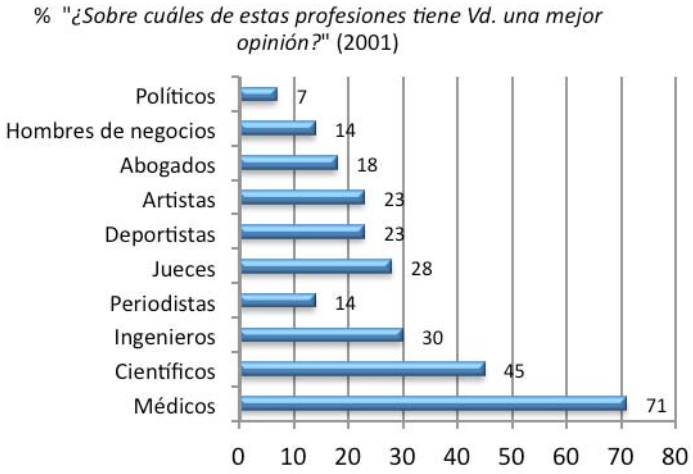
Los Eurobarómetros de los años 1992 y 2001 incluyeron sendas preguntas que hacían referencia a la opinión y al respeto que le merecían al público una serie de profesiones. En 1992 se solicitó a los encuestados que citasen aquella profesión por la que sentían un mayor respeto, mientras que en 2001 se ofrecía la posibilidad de mencionar aquellas que les merecían una mejor opinión.[140]

[140] La pregunta correspondiente al estudio de 1992 incluía otros dos apartados en los que se solicitaba a los entrevistados que mencionasen también la segunda profesión por la que sentían un mayor respeto, y aquella por la que sentían un menor respeto.

Gráfica 65.1



Gráfica 65.2

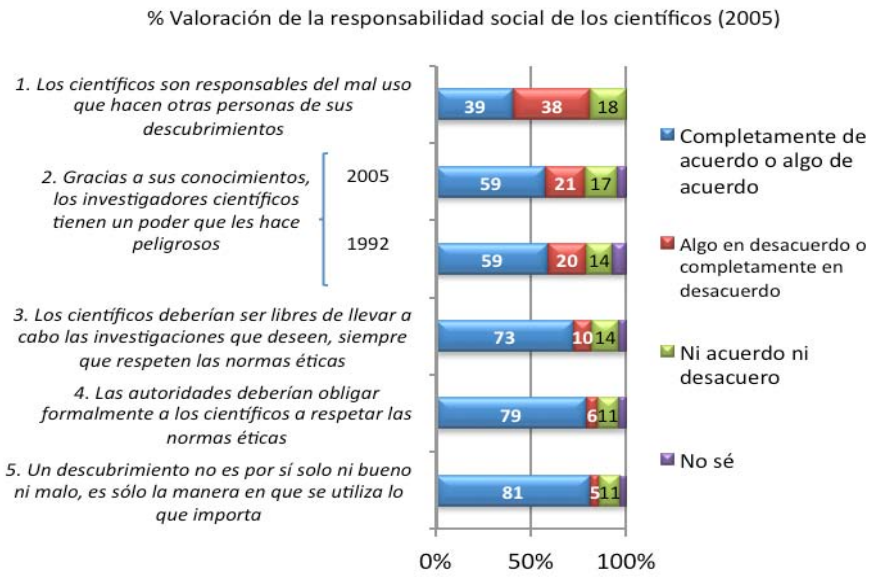


En 1992 se comprobó que el 50% de las mujeres y el 53% de los encuestados mayores de 55 años eligieron la profesión médica, frente al 40% de los hombres y al 39% de los que tenían una edad comprendida entre 15 y 24 años. A su vez, el respeto manifestado hacia la profesión de los investigadores científicos, aumentaba con el nivel educativo y de ingresos de los encuestados.

El análisis de 2001 reflejó que la elección de la profesión médica no estaba vinculada tanto a criterios relacionados con el nivel cultural de los individuos como a su edad. Por otro lado, el reconocimiento hacia los científicos aumentaba con el nivel educativo y de conocimientos científicos (alcanzando el 59% entre quienes demostraron tener más conocimientos de este tipo).

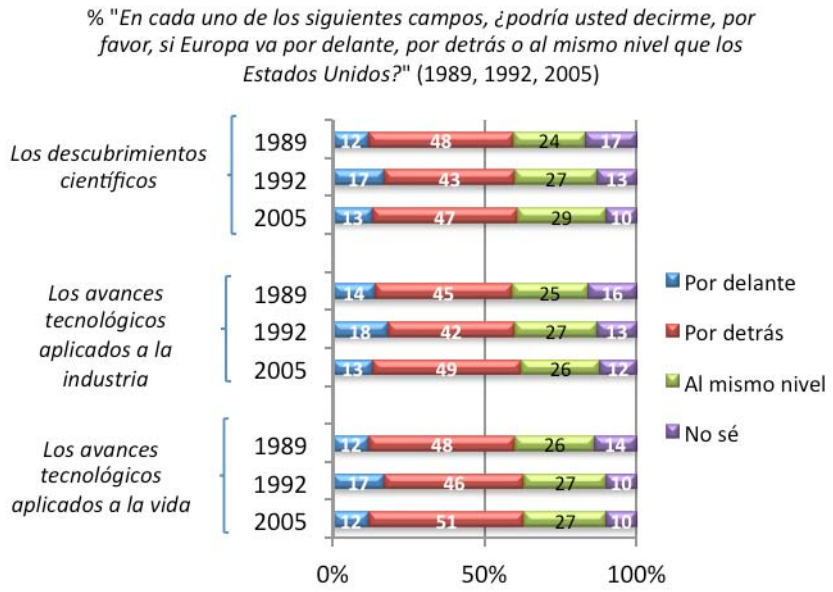
En este apartado también se incluyen diversas preguntas destinadas a sondear las actitudes públicas sobre otras cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología, como la responsabilidad de los científicos en la sociedad, la toma de decisiones políticas, la implicación del público en las mismas, las diferencias entre la investigación científica llevada a cabo en Estos Unidos y la Europea, etc. La inclusión irregular de estas cuestiones en los estudios específicos dificulta la comparación de los resultados obtenidos. No obstante, en ocasiones aparecen recogidas en los Eurobarómetros de carácter general (Anexo I), lo que ofrece un marco de estudio temporal más amplio. A continuación presentamos una selección de algunas de las preguntas de este tipo que han aparecido al menos en más de un Eurobarómetro de carácter específico –aunque su formulación haya podido variar de un estudio a otro.

Gráfica 66.1



Gráfica 66.2

Gráfica 67



Si se comparan los resultados acumulados de los *Science Indicators* y de los Eurobarómetros, afloran inmediatamente una serie de deficiencias que afectan a estos últimos, como la carencia de periodicidad.

Además presentan una menor coherencia interna y una mayor tendencia a alterar la formulación de los enunciados entre un estudio y otro. Todo ello dificulta, y hace menos valiosa, la contrastación de los resultados obtenidos a largo plazo. Una vez constatado este problema –que afecta a los tres bloques de los estudios, pero de forma especial al tercero de ellos–, nos planteamos si las preguntas sobre ciencia y tecnología en general incluidas en los Eurobarómetros de carácter estándar, podrían contribuir a paliar en alguna medida dichas carencias. Una respuesta positiva, no sólo otorgaría cierta validez a las preguntas vinculadas a la ciencia en los Eurobarómetros estándar –cuyos resultados, hasta la fecha, configuran un conglomerado amorfo de datos–, sino que también ayudaría a reforzar el valor de las encuestas europeas sobre ciencia y tecnología. En el Anexo I, tras realizar un análisis exhaustivo de todas las preguntas relacionadas con la ciencia que han sido formuladas en los Eurobarómetros estándar, presentamos algunas conclusiones que no dejan margen al optimismo sobre una posible respuesta positiva a nuestra pregunta.

A lo largo de los últimos puntos hemos expuesto, además del proceso histórico del desarrollo de los estudios de percepción pública de la ciencia, los principales resultados obtenidos en los mismos. Con ello hemos pretendido ofrecer una perspectiva global de la estrategia diseñada en las últimas décadas para analizar y mejorar la relación existente entre la ciencia y el público, así como de los frutos derivados de ella. La noción de *alfabetización científica* implícita en los mismos puede resultar determinante tanto en la puesta en marcha procesos de comunicación pública de la ciencia, como en la elaboración de políticas científicas. En el siguiente punto expondremos las correlaciones que se han establecido entre algunos de los resultados expuestos en los diferentes bloques que constituyen los estudios de percepción con el objetivo de obtener cuantificaciones periódicas de la alfabetización científica. Es precisamente cuando se realizan este tipo de correlaciones cuando los indicadores de alfabetización científica adquieren un mayor valor.

4.4. LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y LAS ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

A juicio de Jon D. Miller, la contrastación de los resultados obtenidos a lo largo de los últimos veinte años, pone de manifiesto la validez del método de cuantificación de la alfabetización científica cívica utilizado en la evaluación de la comprensión pública de la ciencia de los *Science Indicators* y de los Eurobarómetros. Hemos visto que este autor concibe la alfabetización científica cívica como un concepto multidimensional, en el que diversos conjuntos de elementos de conocimiento se entienden como dimensiones separadas pero no independientes. Como se dijo en la introducción del presente capítulo, su primera propuesta constaba de tres dimensiones: vocabulario básico de términos y conceptos, comprensión de los métodos o procesos de la ciencia –como el razonamiento basado en la probabilidad, la realización de experimentos, y la importancia de la contrastación de la teoría y la hipótesis–, y la conciencia del impacto de la ciencia y la tecnología sobre los individuos y la sociedad.[141]

Ya en los primeros estudios, en los años ochenta y noventa, se encontraron evidencias de que las dos primeras dimensiones resultaban útiles para medir el conocimiento del público mediante el uso conjunto de preguntas abiertas y cerradas. En principio se suponía que las medidas de ambas dimensiones deberían estar correlacionadas positivamente, aunque en los primeros análisis se observó un grado de correlación variable entre ambas. Lo cierto es que se reconocía ampliamente la necesidad de que una parte importante de los ciudadanos de las sociedades democráticas modernas comprendiesen el método propio de la ciencia y fueran capaces de utilizar un conjunto de constructos básicos, si lo que se pretendía era que entendiesen las polémicas políticas públicas contemporáneas relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Pero, debido a las posibles implicaciones sobre la medición, era necesario constatar si existía realmente una diferenciación suficiente entre las dos dimensiones postuladas como para que resultase útil tratarlas como dimensiones –de conocimiento o comprensión– separadas, aunque no necesariamente

[141] Otros autores han sugerido una cuarta dimensión relacionada con la comprensión de la organización y de la naturaleza institucional de la ciencia. En el caso de análisis de carácter transnacional, parece existir un consenso sobre la conceptualización de la alfabetización científica cívica como una medida dicotómica de las dos primeras dimensiones, debido a las notables variaciones observadas en la tercera dimensión entre algunos países con diferentes experiencias científicas y tecnológicas –ver apartado 4.1.- (Miller, Pardo, y Niwa, 43).

independientes, tal y como había propuesto Miller. O, por el contrario, si resultaba más conveniente plantear la alfabetización como un constructo unidimensional de un conjunto de ítems de conocimiento correlacionados positivamente. Las mediciones estadísticas realizadas en el estudio multinacional que se llevó a cabo en 1998, reflejaron dos factores bien delimitados y confirmaron la correlación entre ambos, pero también mostraron que existía el suficiente grado de separación entre ellos como para poder realizar la cuantificación de ambas dimensiones por separado.[142] Por lo tanto, se confirmó su correlación mediante el análisis de una serie de elementos o ítems pertenecientes a los dos conjuntos que configuraban una y otra dimensión. Se observó un alto grado de correlación interna entre los elementos de cada dimensión, pero no necesariamente entre los elementos de una dimensión con los de la otra. Lo cierto es que, según Miller, el grado de correlación hallado entre los dos factores, ya era lo suficientemente alto como para haber justificado el uso de una sola dimensión, de no haber sido porque entonces se consideraba interesante la posibilidad de manejar ambas dimensiones por separado (Miller, J. 2006, 4).

Dado que los indicadores de alfabetización son verdaderamente valiosos cuando se combinan y tienen poca relevancia cuando se toman de forma separada, la cuestión de cómo combinar estas dos dimensiones en un único índice de alfabetización científica ha suscitado distintas discrepancias (Miller, J. 2006, 2; Miller, Pardo, Niwa, 50). Por otro lado, cuando se trata de contrastar los resultados obtenidos en encuestas realizadas en diferentes países, se ha comprobado que la simple comparación de los porcentajes correspondientes a las respuestas dadas a las mismas preguntas, o similares, no constituye un método tan fiable y preciso como el proporcionado por la aplicación de ciertas técnicas de medición estadísticas –como el análisis factorial, los modelos de ecuaciones estructurales, y la *Teoría de Respuesta al Ítem (o Teoría Pregunta-Respuesta)*–, que permiten la corroboración de hipótesis formuladas previamente por los investigadores y facilitan el diseño de una escala de medición adecuada mediante la elaboración de un modelo de análisis riguroso que hace posibles las comparaciones.

En el estudio de 1998 se elaboró un indicador que combinaba ambas dimensiones y se empleaban las herramientas estadísticas mencionadas para comparar los datos de países diferentes. Se consideró científicamente alfabetizados a aquellos individuos que demostraron tener un alto grado de comprensión

[142] El estudio tomaba como referencia cuatro encuestas realizadas en la Unión Europea, Estados Unidos, Japón, y Canadá, en los años 1992, 1995, 1991, y 1989, respectivamente.

de ambas dimensiones, suponiendo que serían ellos los que más facilidad tendrían para adquirir y entender la información sobre controversias relacionadas con la política científica y tecnológica. A su vez, se calificó como parcialmente alfabetizados científicamente a quienes sólo mostraron una comprensión adecuada de una de las dos dimensiones, considerando que tendrían más dificultad que los primeros para entender ese tipo de informaciones. La condición necesaria para pertenecer a la primera categoría era obtener una puntuación mínima de 67 –en una escala de cero a cien– en la primera dimensión, y demostrar que se poseía un mínimo aceptable de comprensión de la naturaleza de la investigación científica.[143] Siguiendo estos criterios, el 5% de los ciudadanos europeos pertenecía al grupo de los alfabetizados científicamente, mientras que el 22% pertenecía al de los parcialmente alfabetizados. En el caso de los encuestados estadounidenses, los resultados fueron del 12% y 25%, respectivamente.[144] En ambos casos, los titulados universitarios, los hombres, y los entrevistados de menos de cincuenta años tenían más probabilidades de pertenecer al grupo de los alfabetizados científicamente, aunque en Estados Unidos las cifras eran significativamente superiores (el 35% de los universitarios estadounidenses frente al 11% de los europeos, y el 16% de hombres estadounidenses, frente al 7% de hombres europeos). La contrastación de los datos obtenidos mostró que tanto en Europa como en Estados Unidos se daba una asociación positiva entre el nivel de alfabetización científica y el de atención a la política científica y tecnológica, aunque era menor en Europa. En ésta el 18% de los que pertenecían al grupo de los alfabetizados se incluía también en el grupo del 'público atento'. En el caso de los medianamente alfabetizados la cifra alcanzaba el 14%, y el 7% en el de los no alfabetizados. En Estados Unidos los porcentajes eran del 29%, 14%, y 7%, respectivamente (Miller, Pardo, Niwa, 68, 86).

El estudio también elaboró un indicador de confianza y otro de reserva hacia las posibles consecuencias de la ciencia y la tecnología, mediante una escala de cero a cien –asignando al cero el nivel más bajo. La media obtenida por los europeos en el indicador de confianza fue de 69. Se observaron exiguas diferencias en función de su nivel de estudios, del sexo, de la edad, y del nivel de

[143] En Estados Unidos, dicho mínimo exigía satisfacer dos requisitos: en primer lugar, haber respondido correctamente a las preguntas sobre la probabilidad, y, en segundo lugar, haber demostrado tener una comprensión adecuada de lo que significa estudiar algo científicamente, o interpretar correctamente el procedimiento experimental. En Europa los requisitos eran: demostrar una buena comprensión del procedimiento experimental, responder correctamente a la pregunta relacionada con la probabilidad, y considerar que la astrología no es en absoluto científica.

[144] El 20% de los europeos y el 27% de los estadounidenses demostraron comprender adecuadamente la primera dimensión, mientras que los resultados relativos a la segunda fueron del 12% y el 21%, respectivamente (Miller, J. 1998, 217).

alfabetización científica, mientras que se apreció una mayor diferencia en base a su grado de atención a la política científica y tecnológica, dado que la puntuación del 'público atento' era de 74, y la del público residual de 67. El nivel medio de confianza en Estados Unidos fue de 68. Allí las diferencias en función del nivel de estudios, del nivel de alfabetización científica, y del grado de atención a la política científica, eran mayores que en Europa (71 para los encuestados con título universitario, 63 para quienes sus estudios formales eran inferiores a la educación secundaria, 72 para los alfabetizados científicamente, 67 para los no alfabetizados, 74 para el público atento, y 65 para el público residual). En cuanto al indicador de reserva, la media europea fue de 58, y a diferencia de lo sucedido con el indicador de confianza en éste se advertían mayores diferencias dependiendo de las variables observadas. Las puntuaciones de los encuestados con un mayor y menor nivel de estudios fueron de 53 y 64, respectivamente. La media de los europeos con edades comprendidas entre los 18 y 29 años fue de 53, y la de los que tenían 65 años o más fue de 64. Los entrevistados clasificados como alfabetizados científicamente puntuaron con 46, los no alfabetizados con 62, el 'público atento' con 57, y el 'público residual' con 60. En Estados Unidos la media fue de 39, sensiblemente inferior a la europea, y con diferencias más marcadas atendiendo a las variables analizadas (27 para los estadounidenses con mayor nivel de estudios, 51 para los que tenían un menor nivel, 30 para los encuestados con edades comprendías entre los 18 y 29 años, 45 para los que tenían 65 años o más, 24 para los alfabetizados científicamente, 42 para los no alfabetizados, 30 para el 'público atento', y 42 para el 'público residual') (Miller, Pardo, y Niwa, 110).

Con el paso de los años, las discrepancias respecto a la combinación de ambas dimensiones en un solo indicador han ido desapareciendo. Las encuestas llevadas a cabo en Estados Unidos durante los últimos veinte años muestran que la distinción encontrada originalmente entre los dos factores en los estudios de mediados de los años ochenta se ha reducido durante los siguientes años del siglo XX. En los años 2003 y 2004 se apreció un aumento de la correlación positiva entre los dos factores o dimensiones de la alfabetización científica, algo que, a juicio de Miller, justifica por sí mismo el uso de un modelo unidimensional de la alfabetización científica. De este modo en el año 2005, la aplicación de los métodos estadísticos oportunos a los treintaidós ítems diferentes de conocimientos –sobre conceptos y términos, y sobre procesos– incluidos en la encuesta estadounidense, confirmó la existencia de un único factor o dimensión. Tomando esta vez como referencia una puntuación de 70 o superior, como indicadora del nivel de comprensión suficiente para leer artículos de ciencia y tecnología en la sección de ciencia de

The New York Times o un artículo de *Science et Vie*, resultó que el 28% de los estadounidenses adultos alcanzó el nivel requerido para ser considerado alfabetizado científicamente, mientras que la media correspondiente a los veinticinco países que en 2005 componían la Unión Europea, fue del 12,8%.

Un repaso a la evolución de las cifras de alfabetización observadas en Estados Unidos entre 1988 y 2005, revela que a lo largo de ese periodo se ha multiplicado por tres el porcentaje de individuos alfabetizados: 1988 (10%), 1990 (10%), 1995 (12%), 1997 (15%), 1999 (17%), 2005 (28%). En cuanto a los datos relativos a la evolución del número de alfabetizados europeos, únicamente disponemos de los datos correspondientes a los años 1992 y 2005, que son del 5% y del 12,8%, respectivamente.

En 1999 se evaluó la repercusión de una serie de factores sobre la alfabetización científica cívica en Estados Unidos, resultando que el factor que influía más positivamente en el nivel de alfabetización era el número de cursos de ciencia de carácter general –impartidos como parte de la educación general en ciencias, independientemente de que el alumno estudie una carrera de letras o de ciencias– recibidos en la universidad, seguido del uso de fuentes de aprendizaje no formal –como revistas y libros de ciencia, museos, bibliotecas, etc. –, y del nivel de estudios formales. Si la cuantificación de la influencia de cada una de estas variables se representa en una escala que varía entre los valores (-1,0) y (+1,0), se obtiene que los valores de la correlación positiva observada entre las tres variables anteriores y la alfabetización científica fueron de (0,53), (0,3), y (0,19), respectivamente (Miller, J. 2004, 288).

5. MODELOS DE COMPRENSIÓN Y DE COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

5.1. INTRODUCCIÓN

Si el origen de los estudios sobre comprensión pública de la ciencia –incluidos dentro de los análisis de percepción pública de la ciencia– se puede situar en la década de 1950, y el inicio de su realización sistemática en la de 1970, la institucionalización de la reflexión teórica sobre los mismos no se produjo hasta la década de 1980. Hasta entonces, los presupuestos conceptuales implícitos en estos estudios giraban en torno a una serie de principios que estructuraban las encuestas partiendo de una concepción en la que se otorgaba la máxima importancia a la alfabetización científica cívica y a su cuantificación.[145]

A pesar del protagonismo y de la gran influencia que esta concepción ha tenido desde sus inicios, a lo largo de los últimos veinte años han aparecido en escena otras propuestas alternativas en el ámbito de la comprensión pública de la ciencia. Es necesario advertir que nos encontramos ante un campo de investigación tan reciente que no siempre resulta sencillo determinar con precisión algunas de las fronteras que separan unas líneas de investigación de otras, debido, en buena medida, a los solapamientos que, implícita o explícitamente, se producen entre ellas.

Sin embargo, hecha esta puntualización, conviene aclarar que en la literatura sobre el tema se ha convertido en lugar común distinguir dos modelos teóricos bien diferenciados, al menos en lo que respeta a los presupuestos conceptuales de los que parten y a la metodología que emplean.[146]

---

[145] En el presente capítulo trataremos el surgimiento de concepciones posteriores de la comprensión pública de la ciencia, en las que se identifican problemas distintos en la relación del público con la ciencia.

[146] Aunque existen otras propuestas, hemos optado por centrar nuestra exposición en los dos modelos más relevantes de la comprensión pública de la ciencia, y en los tres paradigmas prácticos principales que de ellos se derivan, puesto que consideramos que mediante estos se puede dar buena cuenta del resto de subdivisiones. Por ejemplo, John Durant distingue tres enfoques de la alfabetización científica –a la que identifica con la comprensión pública de la ciencia-, diferenciados entre sí por que cada uno de ellos enfatiza la importancia de un aspecto diferente de la ciencia: a) alfabetización científica centrada en la comprensión de los conocimientos científicos consolidados –de hechos o de manual-, b) alfabetización científica centrada en los procedimientos de la ciencia, y c) alfabetización científica centrada en la ciencia como práctica social, en sus estructuras sociales o institucionales. Los dos primeros enfoques formarían parte del primero de los modelos que nosotros presentamos, el modelo del déficit, y el tercero se incluiría dentro del segundo modelo expuesto aquí, el modelo contextual
John Ziman menciona un tercer modelo –al que denomina 'modelo de la elección racional'-, en el que la mejora de la comprensión pública de la ciencia se justificaría por razones utilitaristas, de modo que lo que la gente debería saber de la ciencia es aquello que se necesita para ser un buen ciudadano, o incluso para sobrevivir, en una cultura muy determinada por ella. Así pues, se priorizan aquellos conocimientos que resultan relevantes en la vida de la gente a la hora de tomar decisiones prácticas. Se trata de un modelo que puede ser entendido como una variante del modelo del déficit, en el que el criterio de selección de los

El primero de ellos, conocido como el 'modelo del déficit cognitivo', es el modelo asociado al modo de entender la comprensión pública de la ciencia propio de los estudios cuantitativos que hemos visto en el capítulo anterior. Conviene destacar que hablamos expresamente de déficit cognitivo, puesto que posteriormente han surgido otras propuestas que se han centrado en la existencia de otros tipos de déficits, como expondremos más adelante.

Mediante la exposición del segundo modelo teórico, el denominado 'modelo contextual', no sólo presentaremos los postulados en los que se funda, sino que analizaremos también las principales deficiencias que sus partidarios han atribuido al modelo anterior.

Creemos que lo más adecuado es entender ambos planteamientos como los extremos de una línea en la que se emplazarían representaciones intermedias inspiradas por ellos, puesto que a pesar de que habitualmente se presentan como líneas independientes, los dos proporcionan elementos útiles y necesarios para analizar la comprensión pública de la ciencia desde una perspectiva global. Por lo tanto, consideramos que abordar el tema desde cualquiera de las dos posiciones ancladas en los extremos de la línea, dará como resultado una imagen incompleta. Sin embargo, una vez dicho esto, para los propósitos de nuestra investigación, resultará más práctico, en principio, presentar ambos modelos teóricos como posiciones diametralmente opuestas, subrayando las principales diferencias que los separan. Pero antes de hacerlo, si nos situamos más allá de esta rígida separación, observamos que los últimos veinte años se caracterizan por la emergencia de diversas contribuciones teóricas y prácticas a la investigación sobre percepción pública de la ciencia. En unos casos, impulsadas por la idea de combatir nociones postuladas previamente, y en otros, con la intención de complementar y mejorar enfoques anteriores. Sea como sea, alejando la mirada de los dos extremos mencionados, podríamos afirmar que el panorama real que divisamos –independientemente de la cercanía a uno u otro– es el de un conjunto desordenado de aportaciones, caracterizadas por la ausencia de un marco teórico global. No nos referimos en este caso a un marco teórico sobre la noción de *comprensión pública de la ciencia*, sino a uno más amplio que serviría de fundamento a ésta, y que tendría como objetivo constituir una estructura teórica de referencia –en la que se incluyan los diferentes elementos que configuran la comprensión pública de la ciencia–, no sólo para dotar de sentido a las distintas propuestas, sino para poder distinguir claramente el valor y la función de sus aportaciones al conjunto en su totalidad. A nuestro juicio, la noción

---

conocimientos científicos en cuestión vendría dado por su carácter práctico (Durant 1993, 130; Ziman 1992, 16).

de *cultura científica*, tal y como la presentaremos en la última parte de este capítulo, proporciona un marco semejante.

Si concebimos los dos modelos teóricos como sendas corrientes que recorren el subsuelo de la comprensión pública de la ciencia, podemos interpretar los enfoques o paradigmas prácticos que se han desarrollado en la superficie –o en el terreno de los resultados prácticos– en función de la influencia de uno y otro, o, mejor aún, podemos sintetizar, recurriendo a estos paradigmas, el proceso de transición que ha tenido lugar en las dos últimas décadas de un modelo a otro.

Siguiendo este esquema, a continuación presentaremos los tres principales paradigmas que han identificado Bauer, Allum, y S. Miller en el ámbito de la comprensión pública de la ciencia, lo que nos servirá de introducción a los dos modelos teóricos, incluyendo sus aportaciones a las prácticas de comunicación científica dirigidas al público. Por último, como ya hemos anunciado, en la parte final del capítulo definiremos un marco teórico relacionado con una concepción particular de la cultura científica, que propondremos como la estructura sobre la que encajar aquellos aspectos de los distintos enfoques que constituyan una aportación valiosa a la comprensión pública de la ciencia, dentro de los presupuestos que configuran dicho marco.

5.2. PARADIGMAS PRÁCTICOS DE LA COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

Bauer, Allum, y S. Miller, distinguen tres paradigmas en el ámbito de la comprensión pública de la ciencia, refiriéndose a ellos como 'alfabetización científica', 'comprensión pública de la ciencia', y 'ciencia y sociedad'.[147] Estos autores indican que los dos últimos surgieron con el propósito de significar un avance respecto a sus predecesores, por lo que su aparición vino acompañada de las correspondientes

[147] Aunque estos autores presentan los tres paradigmas no tanto como enfoques prácticos sino teóricos, nosotros consideramos más oportuno presentarlos como una manifestación práctica de los dos modelos expuestos más adelante.
Por otro lado, en la literatura sobre el tema se suelen presentar las expresiones 'alfabetización científica' y 'comprensión pública de la ciencia' como sinónimas, si bien el uso de la primera sería más propio de los Estados Unidos, y el de la segunda de Europa –especialmente de Gran Bretaña. En este sentido harían referencia a la disciplina que se dedica al análisis de la comprensión y la percepción pública de la ciencia, y de la interacción que se establece, en determinadas circunstancias, entre la ciencia y el público.

críticas a los enfoques previos. De este modo, sitúan el primer paradigma entre la década de 1960 y mediados de los años 80, el segundo iría desde 1985 hasta mediados de los años 90, y el tercero desde esta última fecha hasta la actualidad. Los tres paradigmas divergen, en mayor o en menor medida, en sus presupuestos conceptuales, de manera que abordan la percepción o comprensión pública de la ciencia de una forma distinta, y se enfrentan a los problemas específicos proponiendo sus propias soluciones. La interpretación de la comprensión pública de la ciencia, en cada uno de estos paradigmas, viene dada por la identificación de un determinado tipo de déficit –lo que permite a los dos últimos presentarse como propuestas alternativas al déficit cognitivo característico del primero–: de conocimiento, de actitudes, y de confianza, respectivamente.

Según estos autores, durante los últimos veinte años el tema principal de discusión en este campo ha girado en torno al modelo del déficit propio del primer paradigma, y a su metodología cuantitativa. Como consecuencia de los intensos debates sobre el tema, surgieron los otros dos paradigmas, con la identificación de sus propios déficits.

El primero de ellos se sustenta en el modelo del déficit, y sigue una metodología cuantitativa, como la expuesta en el capítulo anterior. El segundo, también sigue las pautas conceptuales y metodológicas del modelo del déficit, pero ya asume algunas de las críticas de carácter teórico enunciadas por el modelo contextual. Por último, el tercer paradigma se sustenta en el modelo contextual, e introduce una nueva metodología de carácter cualitativo, así como otra serie de prácticas ausentes de los dos paradigmas anteriores y del modelo del déficit (Bauer, Allum, y S. Miller, 80; Allum, Sturgis, Tabourazi, y Brunton–Smith, 36).[148]

El primer paradigma sitúa en el centro de interés la noción de *alfabetización científica* del público, vinculada a la alfabetización básica y a la alfabetización política, de tal modo que la comprensión y la intervención del público en la toma de decisiones de carácter político, relacionadas con la ciencia y la tecnología, queda supeditada a la adquisición previa de conocimiento científico (Sturgis y Allum, 55; Miller, J. 1993, 235).

[148] En gran medida, los críticos del primer paradigma, o del modelo del déficit cognitivo en el que se funda, han identificado como sinónimos su estructura conceptual y su enfoque metodológico de carácter cuantitativo. Por ello, como veremos más adelante, su propuesta teórica no sólo presentará una alternativa al déficit cognitivo, sino que vendrá acompañada de una metodológica propia, de carácter cualitativo.

Según este planteamiento, un público no alfabetizado científicamente es más propenso a expresar reticencias y a mostrarse escéptico frente a la ciencia y la tecnología, como consecuencia de su ignorancia, supersticiones y temores.[149] Los defensores de esta perspectiva, inspirados en el ideal educativo derivado de la Ilustración, proponen la difusión del conocimiento científico entre el público como solución para invertir estas actitudes negativas.

Se trata de una concepción que exige una definición previa de la alfabetización científica, así como la determinación del umbral mínimo de conocimientos que un individuo debe poseer para ser considerado alfabetizado científicamente.

Como vimos en el capítulo anterior, uno de los principales resultados obtenidos en esta línea de investigación, tras tres décadas de acumulación y contrastación de datos, y de perfeccionamiento de los métodos de medición, ha sido la identificación y cuantificación de las tres variables que más influencia parecen tener sobre el nivel de alfabetización científica cívica de estadounidenses y europeos: el seguimiento de cursos de ciencia de carácter general en la universidad, el uso de fuentes de aprendizaje no formal, y el nivel de estudios formales.

El segundo paradigma, denominado 'comprensión pública de la ciencia' –PUS, según las siglas de su expresión inglesa–, se gestó fundamentalmente en Gran Bretaña bajo el influjo del informe Bodmer, publicado por la *Royal Society* en 1985.[150] En este paradigma la cuantificación de los conocimientos del

---

[149] Algunos autores han atribuido a la comunicad científica parte de la responsabilidad de la ignorancia científica del público, y afirman que en las décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial, cuando dicha comunidad sintió que tenía garantizada la financiación por parte del Gobierno, se desentendió del público y dejó de prestarle atención. Posteriormente, en la década de 1980, sus máximos responsables volvieron a interesarse por la comprensión pública de la ciencia al advertir la existencia de un vacío de legitimación que ponía en peligro la buena posición de la ciencia en la sociedad, un vacío que se identificaba con la ignorancia que ellos mismos habían contribuido a fomentar como consecuencia de su actitud en el pasado (Wynne 1992, 37).

[150] El informe se encargó al Comité sobre Comprensión Pública de la Ciencia de la *Royal Society* –presidido por Sir Walter Bodmer- con el fin de analizar los problemas subyacentes a la relación entre ciencia y público, tras la constatación de los bajos índices de comprensión pública de la ciencia que los estudios cuantitativos mostraban reiteradamente a pesar de los esfuerzos que se venían realizando desde hacía décadas. Entre otras cosas, el informe sirvió para dar la voz de alarma y hacer patente la preocupación de algunos miembros destacados de la comunidad científica por la distancia que los propios científicos habían mantenido con el público –ver nota 149-, hasta el punto de que temían que la financiación de la investigación fuese políticamente vulnerable.

La iniciativa contribuyó a legitimar la popularización de la ciencia entre los científicos y a movilizarlos a favor de la comprensión pública de la ciencia, al difundir entre ellos la idea de que era necesario entablar una mayor comunicación, sobre su trabajo, con el público. Una de las consecuencias del informe fue la creación de CoPUS –*Committe on Public Understanding of Science*-, un comité constituido por representantes de la *Royal Society*, la *British Association for the Advancement of Science*, y la *Royal Insitution*, que implementó distintas actividades encaminadas a popularizar la ciencia y a promover la comprensión y el reconocimiento del público hacia ella, con la pretensión, entre otras, de que la ciencia se beneficiara de un aumento de la

público es relevante en la medida en que se relaciona con sus actitudes hacia la ciencia y la tecnología, de manera que el interés recae sobre un déficit de actitudes y no de conocimiento.[151] Por lo tanto, en la línea de investigación que propone, la medición de las actitudes públicas cobrará una particular relevancia, así como el análisis de la relación entre éstas y el nivel de conocimientos, con el fin de poder comprobar la suposición, compartida con el paradigma anterior, según la cual un mayor nivel de

---

alfabetización científica.

Todo ello desencadenó la puesta en marcha de una serie de proyectos que configuraron líneas de investigación con diversos enfoques y planteamientos sobre la comprensión pública de la ciencia, destacando principalmente –además de las basadas en el modelo del déficit- la que condujo a este segundo paradigma –heredero en gran medida del primero-, y la que derivó en el denominado 'modelo contextual', presentado como alternativa a las carencias que sus partidarios atribuían al modelo del déficit (Ziman 1991, 99; Ziman 1992, 14; Miller, S., 115).

[151] En el primer paradigma –representado principalmente por los *Science Indicators*- no comenzaron a investigarse las correlaciones basadas en el nivel de alfabetización del público hasta finales de la década de 1990. Hasta entonces se primó principalmente el análisis de la correlación entre los tres tipos de público –atento, interesado, y residual-, una serie de variables sociodemográficas, y las respuestas dadas a diversas preguntas, encontrándose que, por lo general, el 'público atento' manifestaba actitudes más positivas hacia la ciencia y la tecnología.

Sin embargo, los análisis realizados por Durant, Evans, y Thomas, de la encuesta llevada a cabo en Gran Bretaña en 1988 y del Eurobarómetro Nº.31, de 1989, ponen de manifiesto su interés por correlacionar la comprensión pública con una serie de variables sociodemográficas –edad, género, clase social, y nivel de estudios- y con otros resultados de la encuesta. De este modo, el análisis del estudio de 1988 mostró que los encuestados jóvenes, hombres, y de clase media, tenían una mayor comprensión de la ciencia que los encuestados de más edad, mujeres, y de clase trabajadora. Pero la variable sociodemográfica que más influía en la comprensión de la ciencia era el nivel de estudios. Estas mismas tendencias se mantenían, aunque en menor medida, cuando se correlacionaban las mismas variables con el interés en la ciencia. También se encontró una fuerte correlación entre interés y comprensión. Además, se hallaron indicios de que la medicina tenía un papel paradigmático en las representaciones sociales de la ciencia, de forma que la imagen pública de la medicina era un indicador de la representación pública de la ciencia en general, y ocupaba un lugar central en la percepción popular de la ciencia.

El análisis de algunos de los resultados del Eurobarómetro Nº.31 fue pionero en el diseño de indicadores para comparar la percepción pública de la ciencia de distintos países, mediante el estudio de las relaciones entre una serie de variables socioeconómicas –nivel de industrialización, producto interno bruto, gasto del Gobierno en I+D- y la percepción pública de la ciencia, caracterizada ésta por el conocimiento, el interés, y las actitudes hacia la ciencia. Se observó que los ciudadanos de los países con un mayor desarrollo industrial y científico, tendían a tener mayores niveles de interés y de conocimiento científico, y a mostrar un mayor apoyo a la ciencia en general. Entre los ciudadanos de los países con un menor desarrollo, tendía a haber una mayor variación en la distribución del conocimiento científico que en los más desarrollados. Pero si los países con mayor nivel de conocimientos puntuaban más alto en interés, también se apreció que éste no seguía una progresión constante, existiendo entre ellos una amplia variación de sus niveles de interés. Por otro lado, la comparación entre el nivel de industrialización y el nivel de interés revelaba que los países que ocupaban los extremos en la escala que medía el nivel de industrialización, eran los que menos interés manifestaban, un resultado que llevó a los responsables del estudio a concluir la existencia de dos tipos distintos de desinterés, uno resultado de la ignorancia y otro del conocimiento.

Un estudio posterior, en el que se analizaban los datos del Eurobarómetro Nº.38.1, de 1992, siguió esta misma línea y propuso un modelo para explicar la comprensión pública de la ciencia basado en el nivel de desarrollo industrial de cada país. El modelo partía de una serie de hipótesis sobre la distribución del conocimiento científico, el interés, y las actitudes hacia la ciencia, en base al grado de industrialización y, posteriormente, analizaba dichos presupuestos con la información obtenida en la encuesta. Una de las conclusiones a las que se llegó fue la constatación de que los presupuestos del modelo del déficit se adaptaban mejor a aquellos Estados miembros de la Unión Europea con menor grado de desarrollo industrial, mientras que en los países con mayor nivel de desarrollo, la relación entre conocimiento y actitudes resultaba más compleja (Durant, Evans, y Thomas 1992, 173; Durant, Evans, y Thomas 1989, 13; Bauer, Durant, y Evans, 170; Durant, Bauer, Gaskell, Midden, Liakopoulos, Scholten, 137).

conocimientos implica un mayor apoyo a la ciencia. En este caso, a diferencia del primer paradigma, ya no interesa ofrecer una definición concreta de la alfabetización científica, ni determinar un umbral mínimo de alfabetización, sino que propone una medida escalar de la comprensión de la ciencia –no se hablará de un individuo alfabetizado científicamente sino de un individuo informado o entendido–, como ya expusimos en la introducción del capítulo anterior cuando hablamos de la metodología seguida por Durant, Evans, y Thomas en 1988. Pese a estas diferencias, el método seguido para evaluar el conocimiento será prácticamente el mismo que en el paradigma anterior, al recurrir también a las dos dimensiones principales empleadas por J. Miller –conceptos, y métodos y procesos. No en vano estos autores colaboraron con él en el diseño de ítems.[152]

Los promotores del tercer paradigma, conocido como 'ciencia y sociedad', parten de la existencia de un déficit de confianza en las instituciones científicas y en sus representantes, que tendría su origen, en buena medida, en la imagen que poseen los científicos del público, alimentada por los prejuicios sobre su ignorancia. Esta actitud de los científicos provocaría la alienación del público y se trasluciría en la configuración de las políticas científicas y en los intentos de comunicación de las instituciones científicas. Steve Fuller incide en este tema:

> "Cuando la gente se opone a una solución 'científicamente bien fundada' de un problema social, no se debe por lo general a una ignorancia de cuestiones científicas, ni tampoco a una falta de respeto por el conocimiento experto. Se debe más bien a que no sienten que su experiencia

[152] Una tercera dimensión, que finalmente no incluyeron en sus estudios hacía referencia a la comprensión de las instituciones científicas. Se trata de una cuestión sobre la que apenas se han elaborado propuestas de cuantificación. Uno de estos escasos intentos fue presentado por Bauer y Schoon en 1993, cuando plantearon la introducción de una codificación multidimensional en las encuestas, que incluía una opción dirigida a evaluar la comprensión de dicha dimensión institucional de la ciencia. Finalmente, la propuesta fue duramente criticada por estar enmarcada dentro de un estudio que había seguido una metodología cuya aplicación, a los datos concretos que estaban en juego, fue calificada de errónea por J. Miller, de manera que la opción relativa a la dimensión institucional, aún no siendo conceptualmente descartada en sí misma, quedó invalidada dentro del contexto general del estudio.
En el año 2000, Bauer, Petkova, y Boyadjieva, presentaron un amplio conjunto de indicadores relacionados con la cuantificación del conocimiento público de la dimensión institucional –acompañado de otro sobre las actitudes sobre la naturaleza de la ciencia. Los autores consideraban que el conocimiento institucional podía resultar un indicador adecuado de la confianza hacia la ciencia. Para su evaluación diseñaron doce ítems que versaban sobre el trabajo en equipo, la revisión por pares, la financiación, el prestigio, la autonomía, la política científica, y la competitividad internacional relacionada con la ciencia básica de un país. En este caso, una de las dificultades identificadas en la medición de este tipo de conocimiento, radicaba en la carencia de medios objetivos para verificar si las respuestas dadas a algunos ítems estaban basadas en conocimientos reales de los encuestados o no, ya que dichas respuestas podían pertenecer más al ámbito de las actitudes que al de los conocimientos (Bauer y Schoon, 146; Miller, J. 1993, 238; Bauer, Petkova, y Boyadjieva, 32; Sturgis y Allum, 61).

personal y su capacidad para emitir juicios independientes haya sido tomada en consideración de manera seria en los procesos políticos" (Fuller, 45).

La investigación desarrollada en el seno de este paradigma –relacionada a menudo con las nociones que los expertos y los políticos poseen del público, de la opinión pública, y de la esfera pública–, tiene un carácter muy activo, al estar encaminada a cambiar las instituciones y la política. La alternativa que proponen para restablecer la confianza pública está ligada a la deliberación y participación pública mediante el despliegue de diferentes actividades que faciliten la intervención del público en fases previas a la puesta en marcha de los nuevos desarrollos científicos y tecnológicos, sin limitarse al simple análisis de sus reacciones ante hechos consumados.[153] Se trata de involucrar al público en el diseño de las políticas científico-tecnológicas mediante una serie de actividades, como las conferencias de consenso, cuyos resultados, según algunos autores como Fuller, deberían ser vinculantes para la legislación sobre ciencia y tecnología. Unas iniciativas que, a su juicio, subsanarían una de las deficiencias de las campañas de comprensión pública de la ciencia –dado que, a pesar de su éxito en el fomento del interés en la ciencia, no han proporcionado salidas para expresar y aplicar ese interés–, y facilitarían la posibilidad de adquirir un compromiso adecuado con la ciencia, más allá del mero papel de consumidor pasivo o de militante activista. De hecho una de las virtudes de estas iniciativas es que permiten que el público participe a lo largo del proceso de toma de decisiones, evitando que sus opiniones permanezcan intactas hasta el final del proceso. José Antonio López Cerezo y José Luis Luján avanzan en esta

[153] Este paradigma se materializó en un informe presentado por la Cámara de los Lores británica en el año 2000, titulado "Ciencia y Sociedad". En contraste con el informe Bodmer, en éste había menos referencias a la ignorancia del público, y estaba más orientado a la promoción del diálogo, la discusión, y el debate público. Los autores manifestaban su preocupación por la creciente desconfianza del público ante lo dicho por la ciencia respecto a problemas que habían afectado a la sociedad en los últimos años –como era el caso de la encefalopatía espongiforme bovina- y ante el avance de ciertas áreas que generaban algún tipo de polémica social –como la biotecnología. La desconfianza afectaba especialmente a la ciencia vinculada a la industria o al Gobierno, y a aquellas áreas cuyos beneficios no resultaban evidentes. El informe apuntaba tanto la necesidad de mostrar al público los valores subyacentes a la actividad científica, como la necesidad de que los responsables de la toma de decisiones políticas tuvieran en cuenta los valores y actitudes del público. Se admitía también que el reconocimiento positivo, por parte de los científicos, de las actividades para mejorar comprensión pública de la ciencia, unido a la crisis de confianza, habían abierto nuevas vías de diálogo con la sociedad. Se dedicaba una especial atención al tratamiento que debía darse a la comunicación sobre temas que involucraban incertidumbre y riesgo, y se advertía de la necesidad de que los científicos dejaran clara la objetividad e independencia de sus afirmaciones, avaladas por el método científico. Para facilitar la confianza del público, entre otras recomendaciones, se proponían actividades que implicaban su participación y le permitían manifestar sus opiniones y preocupaciones en un diálogo abierto. El informe también incluía recomendaciones para promover la alfabetización científica y la ciencia para la ciudadanía en las escuelas, así como algunas pautas para mejorar la calidad de la cobertura científica en los medios de comunicación ("Science and Society", House of Lords 2000; Miller, S., 117).

dirección y recurren a la noción de 'participación formativa', descrita mediante un bucle en el que, por un lado, la implicación del público en determinadas cuestiones sociales relacionadas con la ciencia y la tecnología, generaría conocimiento entre los implicados, y, por otro lado, la apropiación, por parte del público, del conocimiento que está a su disposición, desencadenaría su implicación y participación. De manera que estos autores hacen hincapié en el vínculo de interdependencia entre la participación y la alfabetización científica, sin supeditar necesariamente, claro está, la primera a la adquisición previa de la segunda, dado que consideran que la propia participación contribuye a la alfabetización del público (Fuller, 48; López Cerezo y Luján, 39; López Cerezo, 358).

En los últimos años ha aumentado el interés por evaluar los resultados derivados de las diferentes actividades orientadas a la participación pública, y en algunos casos se ha puesto en duda la eficacia de los procesos de diálogo emprendidos, fundamentalmente cuando la postura adoptada por el público no coincide con la esperada por las instituciones. Como consecuencia, se ha alertado sobre el posible riesgo de que estos procesos se conviertan en una herramienta de persuasión, lo que conduciría a cometer los mismos errores que el paradigma pretende evitar. En este sentido, Steve Miller sostiene que no se trata simplemente de cambiar un déficit de conocimientos por otro de consulta pública, sino que es necesario, además de involucrar al público en diálogos sobre temas científicos que le afectan cotidianamente, comprender por qué el modelo del déficit cognitivo resulta inadecuado. (Bauer, Allum, y S. Miller, 85; Miller S., 118).

5.2.1. Críticas al modelo del déficit implícito en los dos primeros paradigmas

Algunos críticos del primer paradigma han planteado la posibilidad de que los cambios en los niveles de alfabetización observados tras la realización de encuestas durante los últimos treinta años, se deban a las modificaciones que se han ido introduciendo en la definición de alfabetización, en lugar de ser el reflejo real de la evolución de la alfabetización pública. Otras voces críticas han señalado las limitaciones de sus presupuestos conceptuales y de su método de cuantificación, alegando que la evaluación de conocimientos empleada no supone una muestra fiable y completa del conocimiento de los encuestados. Además, se ha argüido que, en algunos casos, como aquellos relacionados con las controversias científicas, los presupuestos normativos para seleccionar y diseñar los ítems de cuantificación del

conocimiento pueden no coincidir con los de todos los protagonistas implicados en una determinada controversia.

Autores como J. Ziman y B. Wynne han realizado críticas más profundas con la pretensión de poner en tela de juicio el modelo mismo. Se han opuesto a la práctica de definir y medir la comprensión mediante conceptos científicos, y han mostrado su desacuerdo con una noción de la comprensión pública basada en un déficit cognitivo, en la que se presupone que la ciencia constituye un cuerpo de conocimientos bien definido, y en la que el público es juzgado en función de los conocimientos que posee –de forma que su capacitación para la acción requeriría subsanar previamente dicho déficit de conocimiento.[154] Según Ziman, un modelo basado únicamente en la ignorancia del público o en el analfabetismo científico, no proporciona el marco analítico adecuado para tratar todos los aspectos de la relación entre la ciencia y el público. A juicio de estos autores, se trata de un modelo que no toma en consideración el hecho de que el significado científico es negociado socialmente, así pues sostienen que padece un déficit de conocimiento sociológico, al manejar conceptualizaciones inapropiadas, o sociológicamente simplistas, del público, de la comprensión, y de la ciencia (Michael, 361).

Los críticos de los dos primeros paradigmas han dirigido sus diatribas precisamente al tipo de conocimientos que ambos presuponen que debe poseer el público para comprender la ciencia y tener una actitud positiva hacia ella, y han reivindicado la importancia de dirigir la mirada hacia la cultura política y las relaciones sociales de la ciencia, con el fin de entender y definir más adecuadamente la comprensión pública de la misma. También han subrayado la necesidad de enfatizar la importancia de un conocimiento contextual relacionado con las controversias de carácter local que afectan a la vida cotidiana de los individuos. Señalan, además, que el modelo del déficit se basa en la falta de confianza de los actores científicos en un público con ciertas deficiencias, lo que provoca, a su vez, la desconfianza de éste en aquellos (Bauer, Allum, y S. Miller, 83; Durant, Evans, Thomas 1992, 164; Wynne 1992, 41).

[154] Algunos autores han advertido el riesgo de que este planteamiento implícito en el modelo del déficit pudiera servir de justificación para postergar indefinidamente la participación, en la toma de decisiones relacionadas con la política científica y tecnológica, de aquellos ciudadanos carentes de los conocimientos 'necesarios' para intervenir, en tanto que el déficit no sea subsanado.

En 1992, Durant, Evans, y Thomas, sintetizaron tres de las principales críticas vertidas por los opositores del modelo del déficit implícito en los dos primeros paradigmas. En la primera de ellas se afirma que tergiversa la ciencia al representarla como un cuerpo de conocimientos consolidado, carente de problemas internos, desacuerdos, etc., como si las verdades de la naturaleza fuesen reveladas sin problemas a los científicos. Por el contrario, algunos autores han afirmado que los ciudadanos que quieran participar en los procesos democráticos de las sociedades tecnológicas tienen que saber que es muy frecuente encontrar controversia y desacuerdo en la ciencia (Collins y Pinch, 15; Yearley, 247). En la segunda crítica se achaca que el modelo pasa por alto que una buena parte del conocimiento científico no tiene que ver con la vida diaria y es irrelevante para ella, así, al carecer de interés práctico para los individuos, no les resulta necesario y es ignorado. Además, algunos de los problemas científicos que se ponen de actualidad y que captan la atención del público, atañen más a nuevos conocimientos en proceso de confirmación –y por lo tanto, no definitivos y posiblemente sometidos a controversia–, que al conocimiento científico de manual o consolidado (Durant 1993, 131). Finalmente, la última crítica apela a la normatividad implícita o explícita del modelo del déficit, en el que se daría por sentado que la comprensión científica es buena en sí misma y superior a otros tipos de conocimiento, lo que serviría de justificación para afirmar que el público debe tener más conocimientos científicos, dado que aquellos individuos con más conocimientos tienen cierta superioridad moral y social.

Durant y sus compañeros reconocen la existencia de algunos problemas en el modelo del déficit, y en ese sentido admiten sus carencias a la hora de afrontar todos los aspectos de la relación entre ciencia y público. A pesar de ello, consideran que las objeciones expuestas no son lo suficientemente poderosas como para rechazarlo, puesto que aunque sea cierto que hay muchas cuestiones científicas especialmente problemáticas sobre las que no existe un acuerdo dentro de la comunidad científica, también hay un enorme cuerpo de conocimiento científico que aglutina un amplio consenso, y que puede servir para evaluar la comprensión pública de la ciencia. Por otro lado, en el marco de una sociedad democrática consideran legítimo aspirar a una ciudadanía que posea al menos un nivel elemental de conocimientos científicos, sin que eso signifique que esos conocimientos sean equiparables a los de un experto. Por último, desde los presupuestos del segundo paradigma –que incluyen la medición escalar de la comprensión pública de la ciencia– reivindican que no se debe interpretar la cuantificación de la comprensión como un modo de estigmatizar a quienes demuestren un menor nivel de conocimientos.

Por el contrario, dicha medición se plantea como un método para analizar las representaciones sociales de la ciencia, y para indagar en las causas de los distintos grados de comprensión hallados, con el fin, entre otras cosas, de proponer soluciones encaminadas a aumentar la comprensión científica del público en general, tanto a nivel educativo como en el ámbito de la comunicación pública de la ciencia. De manera que no se trataría únicamente de cuantificar los conocimientos del público, sino también de analizar cómo influye dicha comprensión en su forma de relacionarse cotidianamente con la ciencia. En definitiva, a su juicio el estudio del conjunto de ideas, imágenes, creencias, y actitudes que conforman las representaciones sociales de la ciencia requiere y justifica la medición de la comprensión pública de la ciencia, tomando a la propia ciencia como referencia (Durant, Evans, Thomas 1992, 162).

5.2.2. Críticas a la correlación positiva entre conocimiento y actitudes favorables a la ciencia

Especial atención merecen las críticas dirigidas al carácter normativo de la propuesta de Miller en lo que concierne a la correlación positiva entre conocimientos y actitudes favorables hacia la ciencia, –presupuesta en su definición de la alfabetización científica cívica del año 1983. Los críticos consideran que se trata de una simplificación excesiva del conjunto de interacciones complejas entre ambas variables, y apelan a los resultados obtenidos en diferentes estudios. Algunos autores han rebatido la suposición de que los temores irracionales del público lego se deban fundamentalmente a una carencia de comprensión científica, y han recurrido a explicaciones de carácter sociológico y cultural vinculadas a determinadas creencias y valores. No obstante, la difusión de la correlación conocimientos-actitudes, a pesar de no haberse formulado siempre de forma explícita, ha sido tan amplia que ha servido de justificación de iniciativas propuestas por la comunidad científica, y ha impulsado programas gubernamentales de fomento de la comprensión pública de la ciencia y la tecnología.

El análisis de dicha correlación ha sido juzgado por algunos expertos como la cuestión fundamental de la investigación sobre la comprensión pública de la ciencia, y ha suscitado diversas interpretaciones, como veremos más adelante (Bauer, Allum, y S. Miller, 82; Evans, y Durant, 57; Sturgis y Allum, 57; Yankelovich, 23).

En el segundo paradigma la asunción de la relación lineal entre conocimientos, nivel de interés, y actitudes positivas, es menos estricta que en el primero, y aunque algunos estudios realizados por autores que se ubican dentro de este paradigma confirman una correlación moderadamente positiva, también ofrecen una visión compleja y detallada de los factores que intervienen en ella, mostrando que no se trata de una relación lineal. Si por un lado, el análisis realizado por Bauer, Durant, y Evans de algunos de los resultados obtenidos en el Eurobarómetro Nº.31, de 1989, confirmaba la tendencia general encontrada en la encuesta británica de 1988, según la cual los individuos con un mayor nivel de conocimientos científicos tendían a mostrar actitudes más favorables, por otro lado, también corroboró lo que afirmaban otros estudios en los que se advertía que no siempre se podía identificar un alto nivel de conocimiento científico con un mayor interés y con actitudes más favorables. De modo que la relación entre conocimiento, interés, y actitudes era más compleja que la propuesta lineal, y apuntaba a una polarización y diferenciación de las actitudes en correspondencia con altos niveles de conocimiento (Bauer, Durant, y Evans, 174).

Un estudio posterior de Evans y Durant, realizado sobre los resultados de la encuesta británica de 1988, trató de profundizar en el análisis de la relación entre conocimiento y actitudes. Tras comprobar que el conocimiento científico estaba relacionado moderadamente con el apoyo a la ciencia, se investigó el comportamiento de esa conexión teniendo en cuenta la variación de la formulación de las preguntas incluidas en la encuesta, y distintas áreas de la investigación científica. Los autores encontraron que tomar como referencia los datos sobre las actitudes públicas hacia la ciencia en general no ofrecía una buena orientación para anticipar cuáles podían ser las actitudes hacia áreas específicas.[155] Las actitudes de los encuestados con un alto nivel de conocimiento tendían a ser más favorables a la ciencia en general y a las áreas de investigación con mayor utilidad o relevancia social. Sin embargo, cuando estaban en juego áreas asociadas a temas morales o socialmente controvertidos –como la ingeniería genética, o el uso de embriones humanos para la investigación– o áreas que, aun siendo consideradas interesantes, no se caracterizaban por su utilidad social, los encuestados con más conocimientos manifestaban una mayor oposición a su financiación que aquellos con menos conocimientos. También se

[155] Durant y Evans, definen las actitudes hacia la ciencia en general como aquellas actitudes que afectan a la ciencia cuando es entendida como un conjunto de principios, como una manera de comprender el mundo, o como una profesión. Se trata de actitudes cuya influencia puede tener poca relevancia a la hora de emitir juicios sobre temas concretos de política científica, a diferencia de las actitudes relacionadas con consideraciones prácticas, y con valores no vinculados a la ciencia misma (Evans, y Durant, 59).

observó que la actitudes de quienes poseían un menor nivel de comprensión, fluctuaban más dependiendo de la formulación de las preguntas, mientras que eran más estables, que las de los entrevistados con más conocimientos, en la valoración de distintas áreas de investigación. Lo que indicaba que podían ser más fácilmente manipulables mediante la forma en que se podían presentar las diferentes cuestiones, y que poseían una menor capacidad para discernir distintos temas. En general, los datos mostraban que el nivel de interés en la ciencia resultaba una herramienta más adecuada para predecir las posibles actitudes que el nivel de comprensión científica. Por lo tanto, estos resultados cuestionaban la validez del modelo del déficit cognitivo implícito en el primer paradigma, y ponían de manifiesto el error que supondría presentar inequívocamente –por parte de las instituciones científicas, de la comunidad científica, etc. – el fomento de la comprensión pública de la ciencia como una estrategia para obtener el apoyo incondicional hacia cualquier tipo de investigación. Al mismo tiempo que quedaban invalidadas las críticas que identificaban cualquier iniciativa de promocionar la comprensión de la ciencia entre el público, con un intento de buscar únicamente su adhesión y respaldo (Durant, y Evans, 70).

Un estudio llevado a cabo recientemente analizó los resultados de 193 encuestas, realizadas a lo largo de los últimos quince años en 40 países, con el propósito de investigar la correlación entre conocimiento y actitudes de una manera amplia y exhaustiva. Sus responsables se propusieron corroborar o refutar una serie de conclusiones alcanzadas en estudios anteriores: a) la identificación de un mayor nivel de alfabetización científica con actitudes positivas hacia la ciencia en general, y b) la dificultad de identificar de forma generalizada un mayor nivel de alfabetización con actitudes positivas hacia aplicaciones tecnológicas específicas, o hacia determinadas áreas de la investigación científica.

En un principio, el examen de los datos correspondientes a conocimientos y actitudes en general, confirmó que la correlación global es pequeña pero positiva y estable, sin embargo, un análisis más detallado de los resultados, en el que se tenían en cuenta tipos particulares de conocimientos y actitudes relacionadas con determinados temas, mostraba una variación significativa del grado de correlación dependiendo del tipo de conocimiento y de actitud que se considera en cada caso.[156]

---

[156] Los autores encontraron que los ítems de conocimiento de las 193 encuestas analizadas podían clasificarse en dos escalas de conocimiento distintas, una sobre conocimiento de carácter general –en la que se incluirían las preguntas sobre conceptos y conocimientos de hecho, propias de los *Science Indicators* y de los Eurobarómetros-, y otra más específica sobre conocimientos de biología y genética. Los cuestionarios también recogían un buen número de ítems relacionados con el medioambiente, pero

Las conclusiones del estudio reflejaban que los tipos de conocimientos concretos son los que pueden resultar más relevantes para comprender como se generan las opiniones entre el público.[157] Por otra parte lo autores llegaron a la conclusión de que las grandes diferencias en la relación conocimientos–actitudes en distintos países, atribuida por estudios anteriores a las diferencias culturales, se debían más bien a las diferencias en la proporción de individuos que había en cada país con determinadas características. Se estimó que sólo un 10% de las diferencias totales era consecuencia de las peculiaridades de los países, y se propusieron tres posibles causas para explicar esta variación: a) el porcentaje de la población matriculada en la educación superior, b) el producto interno bruto per cápita, y c) el número de conexiones a Internet por cada mil habitantes. La única de las tres que podía explicar la variación observada era la primera, puesto que tenía un pequeño efecto positivo sobre la relación conocimientos-actitudes, sin embargo, los autores advierten que se trata de un resultado provisional que es necesario corroborar con futuros estudios.

Los responsables de la investigación se abstienen de profundizar en las posibles causas que expliquen la asociación entre conocimiento y actitudes, y se limitan a señalar la existencia de un vínculo entre ambas dimensiones que sigue requiriendo una explicación. Consideran también que la insistencia de algunos sectores en que la alfabetización científica no proporciona un marco completo para comprender las repuestas del público a la ciencia y la tecnología, ha contribuido a que se pase por alto la necesidad de explicar de forma satisfactoria cómo el conocimiento de la ciencia está relacionado con las

---

no los suficientes como para crear una tercera escala de conocimientos que se ajustara a las exigencias metodológicas del estudio. En cuanto a los ítems sobre actitudes, podían diferenciarse cinco áreas: 1) ciencia en general, 2) energía nuclear, 3) medicina genética, 4) alimentos modificados genéticamente, y 5) ciencia medioambiental (Allum, Sturgis, Tabourazi, y Brunton-Smith, 43).

[157] A continuación detallamos algunos de los principales resultados del estudio. El índice de correlación entre el conocimiento de cuestiones generales de ciencia y las actitudes hacia la ciencia en general, era casi el doble de la estimación media de la relación entre conocimiento general y las actitudes hacia aplicaciones tecnológicas específicas o áreas determinadas de investigación científica. La correlación entre conocimiento general y actitudes hacia la energía nuclear y la medicina genética, era muy similar a la correlación entre conocimiento general y actitudes generales, mientras que la correlación entre conocimiento general y actitudes hacia los alimentos genéticamente modificados era próxima a cero, y la correspondiente a la relación entre aquel y la actitudes hacia la ciencia medioambiental resultó ser ligeramente negativa. A su vez, la correlación entre el conocimiento sobre biología y genética y las actitudes hacia los alimentos genéticamente modificados era bastante alta, y la hallada entre el conocimiento en biotecnología y las actitudes generales, era inferior que la correspondiente al conocimiento general. Por otro lado, la correlación entre el conocimiento en biología y las actitudes hacia la biotecnología, era similar a la existente entre conocimiento general y las actitudes.

El índice de correlación más alto se encontró entre el conocimiento sobre biología y las actitudes hacia la ciencia medioambiental –un dato que parecía contradecir la observación según la cual las correlaciones eran más fuertes cuando conocimientos y actitudes se referían al mismo tema. Por último, no se encontró una correlación significativa entre el conocimiento sobre biología y las actitudes hacia la medicina genética (Allum, Sturgis, Tabourazi, y Brunton-Smith, 47).

preferencias sobre su puesta en práctica en la sociedad, y sugieren la posibilidad de indagar en los mecanismos sociales y psicológicos que generan las asociaciones puestas de manifiesto en su estudio (Allum, Sturgis, Tabourazi, y Brunton-Smith, 51).

5.3. EL MODELO CONTEXTUAL DE LA COMPRENSIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

Los detractores de la forma de concebir y estructurar la comprensión pública de la ciencia desde el modelo del déficit, la interpretan como una consecuencia de la neurosis social de la ciencia sobre su propia autoridad y legitimación pública, y de la cada vez más profunda crisis de credibilidad e identificación públicas propias de las condiciones posmodernas (Wynne 1992, 42).[158] A su juicio, las deficiencias atribuidas al modelo del déficit cognitivo, lo invalidan como marco analítico adecuado para entender la relación entre el público y la ciencia y, como consecuencia, para atajar los bajos niveles de comprensión pública.[159] Según ellos, se ha comprobado que muchas situaciones cotidianas no pueden ser enfocadas únicamente en términos de analfabetismo científico o de un déficit de comprensión, puesto que la relevancia del conocimiento científico en situaciones particulares depende de distintos factores que es necesario tener presentes.

Como consecuencia, proponen el análisis de un contexto amplio de la comprensión, y tratan de dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿qué quiere saber la gente en sus circunstancias particulares? La alternativa que plantean es el modelo contextual, en el que se tienen en cuenta una serie de factores contextuales –vinculados al carácter institucional de la ciencia y a sus formas de financiación, organización, y control– que intervienen en la comprensión pública de la ciencia y la tecnología. Dichos factores, relegados al olvido por el modelo del déficit, influirían en las actitudes públicas de una forma distinta a como lo hace el conocimiento de los contenidos formales, los métodos y los procesos de la

[158] Collins y Pinch consideran que la imagen autoritaria de la ciencia, propia de la perspectiva tradicional, se debe a la separación que en ella se opera entre ciencia y sociedad, como si fuesen dos esferas distintas (Collins y Pinch, 164).
[159] Como ya se ha dicho, los partidarios de esta propuesta consideran que la ciencia no es algo bien delimitado y definido, o un cuerpo de conocimiento coherente, carente de controversias internas, y susceptible de ser más o menos comprendido, sino que es definida de modos distintos por diferentes personas, o por las mismas personas en diferentes circunstancias. Por ello manifiestan su desacuerdo con quienes creen que la ciencia sólo puede ser tergiversada y malentendida fuera de sus propias fronteras por quienes carecen de los conocimientos suficientes (Ziman 1991, 100).

ciencia. En este enfoque cobran especial relevancia las distintas relaciones que los individuos y los grupos pueden tener con la ciencia en diversos contextos (Ziman 1992, 18; Sturgis y Allum, 58).

John Ziman enuncia cuatro principios de carácter cualitativo que, a su juicio, intervienen en la relación entre el conocimiento científico y el público, y que reflejan cómo aquel es presentado, percibido, y utilizado en realidad por este último. Según el principio de *incoherencia*, la adquisición de conocimientos científicos por parte del público no consiste únicamente en la asimilación de conocimientos formales más o menos simplificados, sino que conlleva la influencia de determinadas representaciones de la ciencia, de forma que se produce una construcción de significado que depende de las circunstancias en las que el conocimiento es comunicado y recibido. El principio de *insuficiencia* tiene que ver con el uso que da la gente al conocimiento formal en situaciones concretas, en las que ese uso depende de unas determinadas necesidades, y dicho conocimiento es un elemento más entre otros, dado que el público no recurre sólo al conocimiento experto propio de los científicos, sino que adapta los elementos científicos en función de sus intereses y circunstancias personales. Según el principio de *incredibilidad*, la gente no acepta de forma pasiva el conocimiento que le presentan los expertos científicos, sino que su credibilidad dependerá de la percepción pública de los intereses que los científicos tienen en un contexto concreto. Por último, el principio de *inconsistencia*, sostiene que aquellos conflictos entre expertos que afectan a cuestiones sociales, rebajan la posición privilegiada del conocimiento científico. Además, ante determinadas controversias el público tiene la posibilidad de posicionarse teniendo en cuenta sus conocimientos científicos, sus principios éticos, políticos, sociales, etc. (Ziman 1991, 101).

Tras enunciar los cuatro principios, los partidarios del modelo contextual quisieron observarlos bajo la luz de los datos cuantitativos derivados de la encuesta británica de 1988 y de los *Science Indicators* de ese mismo año. Esta contrastación, y el análisis de los resultados correspondientes a la relación entre conocimiento y actitudes, les llevó a afirmar que las encuestas confirmaban su programa de investigación, al mostrar que el conocimiento científico no es recibido de forma impersonal, como un conjunto de datos independientes de la vida cotidiana, sino que entra en contacto con la gente real, con sus intereses, en un mundo real, de forma que el contexto social y el conocimiento lego influyen en la percepción y el uso de la ciencia por parte del público (Ziman 1991, 104; Miller, S., 117).

5.4. IMPLICACIONES DEL MODELO DEL DÉFICIT Y DEL MODELO CONTEXTUAL EN LA COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

Hasta el momento, la perspectiva que hemos ofrecido de los dos modelos tratados se ha circunscrito al análisis de los postulados que desde ambos se presentan como los principios rectores que deben gobernar el estudio de la comprensión pública de la ciencia y de las relaciones que se establecen entre el público y la ciencia. En el presente apartado ampliaremos dicha perspectiva y veremos cómo se aborda el problema de la comunicación pública de información relacionada con la ciencia desde ambas propuestas.[160]

En la actualidad, el modelo de transmisión de conocimiento científico al público asociado al modelo del déficit continúa siendo el que más arraigo tiene entre los medios de comunicación. No obstante, durante los últimos años se están implantando en la sociedad otras prácticas de comunicación que, desde el modelo contextual, se presentan como una alternativa, si bien es cierto que su difusión es mucho menor que las prácticas comunicativas basadas en los preceptos del primer modelo.

A lo largo de los dos puntos siguientes, además de analizar las interconexiones de ambos modelos con la comunicación pública de la ciencia, expondremos las consecuencias que de ellas se derivan. Para hacerlo será necesario profundizar con más detalle en los presupuestos teóricos de uno y otro.

---

[160] Bruce Lewenstein ha distinguido cuatro modelos de comunicación; el modelo del déficit, el modelo contextual, el modelo del lego experto, y el modelo de la participación pública. El primero de ellos se identificaría con el modelo del déficit tal y como se expone aquí. En nuestra presentación, los otros tres modelos de los que habla Lewenstein, se integran dentro del modelo contextual de la comunicación pública de la ciencia, puesto que, aunque los tres poseen sus propias particularidades prácticas, tienen su origen en el modelo contextual de la comprensión pública de la ciencia. Aunque Lewenstein define el modelo contextual como una extensión del modelo del déficit, advierte que en aquel el público es concebido de una forma más compleja –no ya como una pizarra en blanco o un mero receptor pasivo de información-, de ese modo, en los procesos de transmisión de información se tendrían en cuenta aspectos psicológicos y sociales que intervendrían en la respuesta del público como consecuencia de sus experiencias previas, su contexto cultural, y sus circunstancias personales. Los críticos de esta versión del modelo contextual, han afirmado que identifica la comprensión pública de la ciencia con actitudes positivas hacia la ciencia, por lo que han vinculado este modelo de comunicación, al igual que el anterior, a los intereses de la comunidad científica. El modelo del lego experto enfatiza la importancia del conocimiento local que poseen los legos en ciertas circunstancias, y supone que puede ser tan relevante como el conocimiento experto a la hora de resolver ciertos problemas (Lewenstein 2003).

5.4.1. El modelo del déficit y la comunicación pública de la ciencia

El modelo del déficit se vincula a las tradiciones clásicas de la comprensión y de la comunicación pública de la ciencia –también denominadas '*PUS tradicional o positivista*', '*posición dominante de la popularización*', '*tradición de la alfabetización científica y la investigación basada en la audiencia*', o '*explicación canónica de la comunicación pública de la ciencia*'. Christopher Dornan sitúa el origen de la reflexión teórica implícita en la posición dominante de la popularización, en el momento de la publicación del libro de Hillier Krieghbaum *Science and the mass media* (1967). Una obra que, según Dornan, abriría el camino a otros trabajos en los que sus autores reiteraban lo dicho por Krieghbaum, contribuyendo así a consolidar un clima de consenso generalizado y duradero en torno al tema (Hilgartner, 519; Michael; 359, Logan, 137; Bucchi, 375; Dornan 1990, 48).

Desde el prisma de este modelo, el conocimiento científico además de ser descrito como consolidado y definitivo, se concibe como un flujo unidireccional que va desde la comunidad científica, pasando por la prensa, hasta los ciudadanos. Se centra principalmente en la transmisión de contenidos formales del conocimiento científico y, en menor medida, en la de los métodos y procesos de la ciencia. Por lo tanto, si la ciencia es vista como un cuerpo de conocimiento bien definido, el público será juzgado en función de los conocimientos de este tipo que posea, dado que se presupone que tiene una deficiencia de conocimiento científico que es necesario subsanar (Durant, Evans, y Thomas, 162).

A juicio de Alan Gross, mediante la comunicación asociada a este modelo no se trata de persuadir, ni de generar confianza, sino de lograr un mayor reconocimiento de la ciencia, puesto que se asume que el público ya está convencido y confía en su valor.

Estamos ante un modelo asimétrico que implica un público pasivo, por lo que en la comunicación se produce una adaptación de los hechos y métodos de la ciencia al conocimiento limitado del público, teniendo, dicha comunicación, únicamente la función cognitiva de transmitir conocimiento, dejando de lado aspectos éticos o políticos.

El modelo parte de una problematización de los procesos cognitivos y capacidades del público, pero no tiene en cuenta la situación concreta de éste, y centra su atención en el estado de la ciencia, que entiende como no problemático. Si la metodología asociada en este modelo a la evaluación de la comprensión de la ciencia es la realización de encuestas, la metodología asociada a la evaluación de la

comunicación será el análisis de contenido de los medios. Ambos métodos servirían para constatar el bajo nivel de comprensión del público y las deformaciones características del tratamiento de la información científica en los medios de comunicación, e indicarían el camino a seguir según este modelo; a saber: la mejora de la adaptación del conocimiento científico en los medios de comunicación (Gross, 6; Wynne 1995, 362; Dornan 1990, 51; Bucchi, 376).

Se aspira a traducir con la mayor precisión posible el lenguaje de la ciencia a un lenguaje más sencillo y accesible al público. Fundamentalmente la atención recae sobre los aspectos técnicos de la ciencia y se relega a un segundo plano el contexto social en el que se desarrolla el conocimiento científico y sus implicaciones sociales. Se cree que una comunicación de la ciencia más efectiva redundaría en beneficio de la institución y de la comunidad científica, puesto que, como sabemos, este modelo está atravesado por la idea de que la ignorancia científica del público representa un problema para la ciencia, dado que los científicos en las sociedades democráticas dependen en un alto grado de la buena voluntad pública en temas relacionados con la financiación y el apoyo a la investigación.

La identificación de un mayor nivel conocimiento con actitudes favorables hacia la ciencia y, por ende, con un aumento de la financiación, implica la necesidad de habilitar los medios oportunos destinados a reducir la ignorancia y a combatir las dudas, los temores, y las actitudes anticientíficas, tan perjudiciales para la ciencia. Según Brian Wynne, este enfoque, al equiparar la comprensión de la ciencia con un mayor apoyo y reconocimiento, asume que la oposición a –o la ignorancia pública de– un programa vinculado a la ciencia, se debe a una mala comprensión, por ello dirige sus esfuerzos a medir, explicar, y buscar soluciones a esta carencia concreta, sin tener en cuenta otros aspectos vinculados a las implicaciones sociales (Weigold, 173; Wynne 1995, 362).

Mike Michael asocia esta concepción con la noción de *democracia desarrollista* definida por David Held, en la que se resalta la función de las instituciones democráticas en la formación de ciudadanos participativos. En el caso que nos ocupa, el Estado y sus agentes mejorarían las capacidades políticas de los ciudadanos aumentando su alfabetización científica. A su vez, considera que concebir al público como un conjunto de individuos que se limita a asimilar conocimiento, implica un tratamiento mecanicista del individuo, al asemejarlo a un procesador de información o a un depósito cognitivo en el que almacenar la información necesaria, dado que en este modelo la transmisión de dicha información –mediante el flujo

unidireccional del conocimiento producido y validado por la ciencia–, se identifica con un proceso de *comprehensión* puramente intelectual (Michael, 363).

Greg Myers sintetiza en cinco puntos los presupuestos que subyacen a dicho proceso de comunicación –en el que se propone la traducción de la información científica como consecuencia de la delimitación de dos discursos separados, uno perteneciente al ámbito de las instituciones científicas, y otro externo a ellas–: a) la autoridad en el ámbito de la ciencia reside en los científicos y en las instituciones científicas, b) respecto a los temas científicos, la esfera pública equivale a una pizarra en blanco en la que los científicos escriben sus conocimientos, c) la transmisión de conocimiento es unidireccional, desde la ciencia a la sociedad, d) el conocimiento científico es información contenida en una serie de afirmaciones escritas, y e) en el proceso de traducción, esta información no sólo cambia su forma textual, sino que es simplificada, deformada, exagerada, y enmudecida (Myers, 266).

Christopher Dornan afirma que aunque desde la posición dominante de la popularización se admite la existencia de distorsiones en la cobertura de la ciencia, éstas no suelen atribuirse a la existencia de determinados intereses. De modo que se asocia la causa de las deficiencias a las dificultades estructurales derivadas del intento de reconciliar las exigencias de la ciencia con las del periodismo. Esto daría lugar al afán de alcanzar la máxima precisión en las informaciones mediante el intento de documentar la distorsión sistemática y de explorar los factores que las suscitan. Las dos principales fuentes de distorsión de la cobertura científica que se apuntan, son el problema de la traducción y el peligro del sensacionalismo. Unas causas que, según este autor, no han sido analizadas en profundidad (Dornan 1990, 54; Dornan 1989, 102). Por otro lado, Dornan también señala la existencia de una incipiente corriente crítica –cuyos miembros aspiran a la mejora de la popularización de la ciencia– en el seno de la posición dominante. Según dicha corriente, la prensa, lejos de desconocer o distorsionar la ciencia, y como consecuencia de las relaciones establecidas entre periodistas y científicos, contribuiría a fomentar y proteger los intereses del estamento científico. De modo que el éxito de las iniciativas de comunicación científica no redundaría necesariamente en beneficio del público. Nos encontraríamos ante una crítica que apela no tanto a una revisión de los fundamentos del discurso académico sobre ciencia y medios de comunicación, sino al endurecimiento de los estándares periodísticos en aras de alcanzar la máxima precisión en las representaciones (Dornan 1990, 61).

Por último, este autor realiza un diagnóstico crítico de la posición dominante, y sostiene que a pesar de la enorme influencia ejercida por ella en el ámbito de la popularización de la ciencia, las premisas en las que se funda han sido asumidas sin previa demostración. Además, a pesar de estar basada en un discurso prescriptivo, no habría logrado materializarse en un periodismo científico sólido, capaz de despertar el interés popular. Se trataría por tanto, de una posición muy consolidada tanto en el ámbito académico como en el profesional, movida por dos asunciones fundamentales –el conocimiento científico que poseen los legos es insuficiente, y la cobertura de la prensa resulta inadecuada– y dirigida a cumplir una labor ideológica:

> "Actúa continuamente para reforzar la comprensión de la ciencia, tradicional, heroica, y positivista, como una vía segura de acceso a lo real –una forma de entender la ciencia que no solamente ha sido seriamente puesta en duda por la filosofía de la ciencia, sino que ha sido identificada desde la teoría social como una ideología crucial para el funcionamiento de la sociedad capitalista de los últimos tiempos" (Dornan 1990, 65).

Continuando con la corriente crítica de este modelo de comunicación, destaca de un modo especial Stephen Hilgartner, que le atribuye una serie de problemas conceptuales y lo considera una explicación excesivamente simplificada del proceso de popularización de la ciencia. Según este autor, una concepción de la popularización en la que el conocimiento científico legítimo es exclusivo del dominio de los científicos –de manera que los políticos y el público sólo pueden captar representaciones simplificadas–, proporciona a los científicos, y a quienes derivan su autoridad de la ciencia, una serie de recursos retóricos que, al mismo tiempo que les permiten interpretar la ciencia para quienes no son científicos, les allanan el terreno para mantener la jerarquía social de experto, autorizándoles para determinar las simplificaciones o traducciones que son apropiadas y las que no. De esta manera los expertos científicos disfrutan de un amplio margen de maniobra en el terreno del discurso público, al estar legitimados para ofrecer al público sus propias representaciones simplificadas, cuando les conviene para sus propósitos, y desacreditar como distorsiones otras representaciones (Hilgartner, 520).

Hilgartner detecta tres problemas en este enfoque, el primero de ellos hace referencia a la nítida distinción que se establece entre conocimiento genuino y conocimiento popularizado, pero, según el, no resulta tan sencillo delimitar una frontera entre ambos, puesto que el conocimiento científico se presenta

en muchos contextos, y en algunos de ellos los trazos de la frontera se desvanecen. Además, ilustra su posición distinguiendo dos sentidos o corrientes en los contextos en los que el conocimiento científico es comunicado: *upstream* y *downstream*, lo que introduce la noción de bidireccionalidad en el proceso de comunicación. En sus propias palabras: "El hecho es simplemente que la popularización es una cuestión de grado. La frontera entre la ciencia real y la ciencia popularizada puede ser trazada en varios puntos dependiendo de los criterios que uno adopte, y estas ambigüedades dejan alguna flexibilidad en cuanto a qué calificar como 'popularización'" (Hilgartner, 528).

El segundo problema hace referencia a la distinción que se establece entre 'simplificación adecuada' y distorsión', una delimitación que, a juicio de este autor, no está nada clara en muchos casos, y que exige responder a preguntas cuyas respuestas dependen de opiniones relacionadas con lo que es considerado suficientemente bueno en circunstancias determinadas.

El último de los problemas está vinculado a los usos políticos de la popularización. Circunscribir el conocimiento científico genuino a un dominio exclusivo de los científicos, al que no puede tener acceso el público, facilita la autoridad epistémica de estos frente a los posibles desafíos de los intrusos. Además, esta concepción proporciona a los expertos una serie de herramientas conceptuales y retóricas para representar la ciencia al público. Los expertos gozan de una amplia flexibilidad para determinar si las representaciones simplificadas del conocimiento científico que realizan, son adecuadas o, por el contrario, son distorsiones. En muchas ocasiones, dichas representaciones no son políticamente neutrales y tienen como objetivo obtener el apoyo del público, otras veces, en su propio beneficio, califican de distorsiones a las representaciones elaboradas por periodistas, otros científicos, políticos, el público, etc., como puede suceder en casos de controversias científicas (Hilgartner, 531).

5.4.2. El modelo contextual y la comunicación pública de la ciencia

El modelo contextual –también *denominado 'PUS crítica o interpretacionista', o 'modelo interactivo de la ciencia'*– surgió en la segunda mitad de la década de 1980 con el propósito de ofrecer una visión de la relación entre ciencia y público distinta a la del anterior modelo (Michael, 360; Logan, 150). Las principales influencias de las que se nutre esta tradición provienen de la sociología del conocimiento

científico, la historia, y la filosofía, así como de las investigaciones en ciencia política, en comunicación de masas, y en opinión pública.[161]

En el año 1989 Dornan se refería al tratamiento habitual que se había dado a la investigación científica desde el ámbito teórico de la comunicación relacionado con la popularización de la ciencia, y al hacerlo ponía de manifiesto la línea que estaba siguiendo el nuevo modelo:

> "Durante las dos décadas pasadas hemos asistido a una revaluación ampliamente fundamentada de la investigación científica –desde sus fundamentos filosóficos y desarrollo histórico, pasando por la sociología de su lugar de trabajo, hasta su influencia en cuestiones políticas y económicas. Sin embargo, esta revaluación no ha sido muy seguida por aquellos que investigan la representación de la ciencia en los medios de comunicación. De hecho, todo lo contrario: la mayor parte de los comentarios sobre 'ciencia y medios de comunicación' continúa atrapada dentro de la forma clásica de entender la ciencia como una empresa prístinamente racional. Dichos comentarios se centran en las deficiencias de los medios a la hora de comunicar a los legos los procesos y resultados de la investigación científica" (Dornan 1989, 101).

Los partidarios de este modelo consideran que la comprensión intelectual del conocimiento científico por parte del público constituye una pequeña parte de los factores que intervienen en la relación ciencia–público. Por ello proponen un cambio de perspectiva a la hora de abordar la cuestión y reivindican la necesidad de tener en cuenta cómo la gente entra en contacto con la ciencia socialmente, no en abstracto ni de forma meramente cognitiva.[162] De este modo vinculan la comprensión del público, entre otras cosas, con la interpretación de relaciones sociales, con opiniones sobre la veracidad de las fuentes de conocimiento, y con la negociación de identidades sociales. En lugar de limitarse a los contenidos,

---

[161] Dornan cita dos trabajos que, en cierta medida, podrían concebirse como pioneros de esta corriente, dado que anticiparon algunas de las ideas defendidas posteriormente por los partidarios de la misma. El primero de ellos, *'Science, technology and bureaucratic domination: television and ideology of scientism'*, fue escrito por Robert G. Dunn en 1979, y el segundo, *'Science on TV: a critique'*, lo escribieron conjuntamente Carl Gadner y Robert Young en 1981 (Dornan 1989, 105).

[162] Helga Nowotny analizó cinco contextos diferentes en los que la ciencia y el público entran en contacto, con el propósito de mostrar que los límites que separan a estos dos últimos, y los discursos que estructuran dichos espacios públicos, son muy fluidos y contingentes. A su juicio, se ha producido una ampliación del espacio en el que la ciencia y el público se encuentran, de modo que en todos los espacios que presenta se habrían ido desdibujando las fronteras tradicionales que separaban el conocimiento experto del conocimiento lego. Como consecuencia de esta circunstancia, no sólo se produce una transformación del conocimiento público de la ciencia, sino también del propio conocimiento científico y tecnológico (Nowotny, 307).

métodos y procesos de la ciencia, dirige la mirada principalmente a sus formas de inserción institucional, patrocinio, organización, y control, teniendo en cuenta las incertidumbres que son propias de la empresa científica –especialmente cuando tiene que ser aplicada a contextos particulares– y la idea de que la ciencia no puede separarse de sus conexiones sociales e institucionales.

Este marcado interés por el contexto cultural e institucional de la comprensión pública de la ciencia y por la dimensión social que forma parte de toda experiencia de la ciencia, incluye tanto las respuestas del público hacia ella como las representaciones que los científicos tienen de la misma y de su audiencia, puesto que se cree que es muy necesario que los científicos y las instituciones científicas comprendan mejor a sus distintos públicos, y sean conscientes del conocimiento que poseen sus audiencias, de sus propias suposiciones sobre ellas, y de los contextos en los que estas se encuentran.

Teniendo presente lo anterior, en algunos casos, lo que podría considerarse como una carencia de comprensión de la ciencia desde el modelo del déficit, desde este modelo podría calificarse como comprensión de la ciencia (Wynne 1992, 42).

La inclusión, en el contexto social en el que se aplica el conocimiento científico, del modo en que las diferentes personas entran en contacto con él, atañe especialmente a los denominados públicos locales legos, con su bagaje de conocimientos, habilidades, e intereses involucrados en las condiciones culturales locales. Es por ello que la generación de nuevo conocimiento público sobre la ciencia se entiende como el establecimiento de un diálogo y no como la transmisión unidireccional de conocimiento. Tanto el conocimiento científico como el conocimiento lego se consideran en gran medida locales, en el sentido de que todo conocimiento estaría estructurado por sus respectivas condiciones culturales y sociales locales, y se entiende que la posición de privilegio que ha ocupado el primero de ellos ha determinado el tipo de transmisión de conocimiento expuesto en el modelo anterior.

Por lo tanto, al tener en cuenta cómo afecta el conocimiento científico a las identidades culturales y a las comunidades locales, y cómo se representa en ellas, en este modelo a diferencia del anterior, se reconocen las distintas formas de compromiso que los individuos y grupos pueden tener con la ciencia en una variedad de contextos.

A modo de resumen, Sturgis y Allum sintetizan en dos categorías los dominios del conocimiento considerados como más relevantes en el modelo contextual. La primera, el 'conocimiento institucional de la ciencia', se refiere a las relaciones institucionales, políticas, y económicas en las que está inmersa la

ciencia, a sus mecanismos reguladores, y al desarrollo de la política científica. La segunda, el 'conocimiento local', se refiere a la forma en que están conectadas las aplicaciones específicas de la ciencia o la tecnología, con las prácticas cotidianas en contextos particulares, teniendo en cuenta también cómo aplica la gente el conocimiento científico en su entorno local.

Por lo que respecta al proceso de comunicación, se concibe de tal forma que el flujo del conocimiento científico no va siempre desde los expertos a los legos, pudiendo ser también bidireccional o multidireccional. Se trata de una comunicación que, al pretender superar la mera transmisión de conocimientos científicos, otorgará un papel muy relevante a los aspectos políticos y éticos, y no se limitará a la transmisión de conocimiento científico consolidado, sino que se ocupará también de aspectos de la ciencia sujetos a controversia e incertidumbre. En este sentido, se plantea que la información que debe transmitirse al público para que éste pueda tomar sus decisiones, tiene que estar dirigida no tanto a que aprenda conocimientos científicos, si no a que conozca otros aspectos que forman parte de la ciencia, como su funcionamiento interno y su papel político, viendo la ciencia como una actividad desarrollada por expertos más que como un conocimiento cierto. En el trasfondo de este planteamiento subyace la idea según la cual, si en muchas ocasiones, respecto a ciertos temas sujetos a controversia, ni siquiera los propios científicos son capaces de llegar a un acuerdo mediante más conocimientos y experimentos, resultaría ingenuo pensar que el público puede alcanzar esos acuerdos a base de la mera transmisión de conocimientos. Por ello, la información que se le debería facilitar, no tendría que ver tanto con contenidos concretos de la ciencia como con las distintas relaciones que se establecen entre los expertos mismos, y también con aquellas que se establecen entre estos y los políticos, los medios de comunicación, y el público.[163]

---

[163] Leon E. Trachtman considera necesario que el público sea capaz de distinguir entre información científica y conocimiento científico. La información científica englobaría aquellos contenidos de la ciencia que todavía no forman parte del cuerpo de conocimiento consolidado y reconocido por la comunidad científica en general, y que todavía están siendo sometidos a revisión, por lo que son más susceptibles de modificación, falsación, y de generar controversia. El conocimiento científico, a su vez, abarcaría un cuerpo de conocimiento fiable, aceptado, y verificable, más susceptible de estabilidad. En el modelo del déficit no se prestaría atención a esta distinción, al centrarse fundamentalmente en la transmisión de conocimiento científico. A juicio de Trachtman, la mayoría de los medios de comunicación están más interesados en publicar información científica que conocimiento científico, por ello es necesario que el público comprenda la diferencia entre ambos, ya que si no es así, cuando se enfrente a informaciones contradictorias sobre temas científicos importantes, su concepción de la naturaleza de la actividad científica y de la seriedad y honradez de los científicos podría ser bastante confusa, desconfiada e, incluso, desmoralizante. Como posible solución, este autor sugiere presentar el conocimiento científico y su generación –tanto en el ámbito de la educación como en el

Desde este modelo se propone como tarea el análisis de las construcciones tácitas de audiencias sociales que se encuentran soterradas en las comunicaciones de los científicos. También requiere del comunicador que conozca las razones por las que aquellos hechos que está transmitiendo pueden interesar a su audiencia, así como las consecuencias que pueden tener para ellos, y los resultados que se pueden obtener de futuras investigaciones. Por todo ello se considera que la comunicación pública de la ciencia debe transcender el mero estudio de las prácticas comunicativas de los medios o del periodismo (Weigold, 174; Sturgis y Allum, 60; Wynne 1992, 40; Miller, S., 118; Collins y Pinch, 167; Bucchi, 377).

El modelo no presupone que el público ya está persuadido y convencido del valor de la ciencia, por lo que se entiende que la creación de confianza es importante en la comunicación. Al público se le otorga un papel activo, de manera que el proceso comunicativo implica una retórica de reconstrucción según la cual en la comprensión del público intervienen el conocimiento científico y el conocimiento local.

El método empleado más habitualmente en este modelo es el estudio de análisis de casos, que consiste en analizar la comprensión pública mediante situaciones concretas en las que el público tiene relación directa, en su vida diaria, con ciertos problemas vinculados a la ciencia. No interesa tanto el estado de la ciencia como la situación del público real en circunstancias reales. Por ello, al situar el análisis de los contenidos de la comunicación en contextos concretos, se evalúan los posibles efectos de los segundos sobre los primeros.

Cuando el modelo se orienta al fomento de la participación del público, pone en marcha otro tipo de prácticas como talleres de participación, conferencias de consenso, referéndum, *science shops*, etc.

---

de los medios de comunicación-, enmarcado dentro de la dimensión histórica, social, y cultural de la ciencia.
Por otro lado, Steven Shapin ha propuesto recurrir a los resultados de la investigaciones de la sociología del conocimiento científico para facilitar la comprensión pública del proceso de producción de la ciencia y de la forma de trabajar de los científicos, explicando aspectos como la base colectiva del conocimiento científico, la importancia de la confianza en el trabajo científico, la contingencia y revisabilidad de las afirmaciones científicas, y la flexibilidad interpretativa de la evidencia científica.
A su vez, Steven Yearley habla de tres rasgos de la práctica científica, identificados por la sociología del conocimiento científico, que contribuirían a explicar las dificultades relacionadas con la comprensión pública de la ciencia en casos de controversias: la opinión, la confianza, y el factor tiempo para alcanzar el consenso científico tras largos debates y recopilación de evidencias. Según este autor, en circunstancias normales el avance del conocimiento científico depende tanto de la opinión de los científicos como de su confianza mutua. Pero en contextos de controversia, dicha confianza puede ponerse en entredicho, y el público puede sospechar que las opiniones de los científicos son tendenciosas, además, en algunos casos es necesario tomar decisiones políticas debido a la imposibilidad de permanecer indiferentes ante las consecuencias prácticas de determinados problemas, lo que precipita el ritmo normal de los debates científicos en busca del consenso (Trachtman 1989, 371; Shapin 1992, 28; Yearley, 251).

A juicio de Alan G. Gross, en el modelo del déficit el estatus de la comprensión del público se encuentra epistemológicamente disminuido, y se enfatiza la necesidad de una adaptación de los contenidos de la ciencia a las limitaciones de los legos. Sin embargo, en el modelo contextual el estatus epistemológico de la comprensión pública no se encuentra disminuido, sino que es genuino y no se considera que sea menos relevante que el estatus epistemológico de los métodos de la ciencia, aunque sea de diferente clase (Gross, 6, 19; Joss y Durant, 196; Einsiedel y Eastlick, 325; Andersen y Jaeger, 331; Leydesdorff y Ward, 354; Wachelder, 244).

Michael asocia esta posición con un modelo de democracia en el que se supone que los ciudadanos están instruidos y capacitados para la acción política. Se considera al público culturizado y socializado, inserto en un marco cultural en el que tiene una serie de intereses en juego. Además, en ciertas circunstancias en las que se tiene que hacer frente a situaciones graves o que implican algún tipo de amenaza, y para las que la ciencia todavía no tiene una solución definitiva, el público tiene que ser consciente de la contingencia y de la incertidumbre constitutivas del conocimiento científico, y comprender que se encuentra ante una ciencia 'en construcción' (Michael, 163; Miller, S., 117).

La tradición interactiva descarta la transmisión lineal y vertical del conocimiento científico, y entiende que promueve la alienación pública, el desinterés por la ciencia, e incluso cierta hostilidad hacia ella como institución social. En este sentido, se afirma que privar a los ciudadanos de los medios necesarios para intervenir en los asuntos públicos con una capacidad e influencia similares a la de las instituciones sociales, tiene como consecuencia la anulación de la participación pública.

Ya no se plantea la comunicación de masas con un propósito pedagógico, sino como una conversación más informal, una experiencia compartida, en la que lo principal no es tanto informar a la gente como mejorar la comunicación entre ciudadanos, científicos, políticos, Gobierno y corporaciones oficiales, y periodistas, estableciendo un diálogo entre todos ellos que permita reavivar el compromiso, el interés, y la participación del público en la ciencia (Logan, 153).

Robert A. Logan identifica algunas de las preguntas sobre las que se sustenta el modelo de comunicación implícito en este enfoque: ¿Cómo se promueve el aprendizaje de la ciencia entre una audiencia involuntaria, desafecta, alienada, y desmotivada, o cuando el proceso del aprendizaje social no siempre es lineal y vertical, o si el público percibe los esfuerzos de comunicación de la ciencia como didácticos o paternalistas? ¿Cómo pueden la ciencia, los medios de comunicación, y otras instituciones

sociales y profesiones fomentar la participación en una sociedad democrática y acercar a los ciudadanos a los procesos cívicos? ¿Cómo se recupera la credibilidad y la confianza en la ciencia una vez que las estrategias tradicionales para informar a los ciudadanos han defraudado las expectativas? (Logan, 155).

Como respuesta a estas preguntas se proponen dos posibles alternativas. En primer lugar, se entiende que el conocimiento de los acuerdos institucionales que legitiman el conocimiento experto, afianza la confianza pública en los científicos y en sus afirmaciones, puesto que algunos estudios han revelado que el conocimiento social –relativo a la veracidad u honradez de la institución que representa a la ciencia– y la negociación de las identidades sociales, determinan la confianza del público y su percepción de la ciencia. De este modo, el conocimiento institucional y la construcción de la identidad social serían factores clave en la contextualización del conocimiento científico de conceptos, métodos, y procesos –en el modo en que es experimentado, acogido, rechazado, etc.– y en su integración en marcos sociales o culturales que poseen sus propios conocimientos locales (Wynne 1992, 39). Por ejemplo, en virtud de su conocimiento institucional, el público podría evaluar de distinto modo las declaraciones de científicos que trabajan para el Gobierno y las de científicos que representan a organizaciones no gubernamentales. Así pues, en este enfoque adquieren gran importancia las cuestiones de confianza, credibilidad y comprensión de las relaciones sociales. El estudio de la comprensión pública de la ciencia supondrá también estudiar cómo los públicos evalúan el estatus de las fuentes de conocimiento.

Y, en segundo lugar, se propone ampliar la capacidad de acción del público para posibilitar el avance de la negociación entre las instituciones científicas y las comunidades legas, lo que requiere, a su vez, que se le conceda voz al público y que las instituciones científicas modifiquen su lenguaje, adaptándolo más a la incertidumbre y a la contingencia que caracterizan a la ciencia en determinadas circunstancias (Michael, 362, 367; Sturgis y Allum, 58).

Los partidarios de este modelo optan principalmente por una metodología cualitativa, como los ya mencionados análisis de casos, y análisis del discurso, y afirman que los enfoques cuantitativos basados en encuestas no son adecuados para comprender el conocimiento y las interacciones entre ciencia y

público, debido a que no que no ofrecen información sobre las formas de contextualización del conocimiento.[164] Así pues, en el mejor de los casos, los métodos cuantitativos ofrecerían una imagen forzada y simplificada, y en el peor, una imagen engañosa y distorsionada de esas interacciones y de la comprensión pública, ya que sacan a los encuestados de su contexto social, no captan los procesos locales y contextuales mediante los que se relacionan con la ciencia, y no pueden analizar la posible variedad de los significados, arraigados socialmente, que la ciencia tiene para ellos.[165] Desde esta perspectiva, las encuestas tradicionales, además de descontextualizar, ofrecen una definición de la ciencia que es independiente de cualquier experiencia o contexto en el que el público –también descontextualizado y simplificado– se encuentra con ella.

---

[164] En el año 2002, Kallerud y Ramberg, sin entrar en el debate sobre la incompatibilidad o complementariedad de la metodología cuantitativa y la posición constructivista, plantearon la posibilidad de introducir en los estudios cuantitativos una serie de ítems dirigidos a evaluar algunas cuestiones relacionadas con la perspectiva constructivista del modelo contextual. Los autores partían de la suposición de que el interés cívico por los aspectos normativos e institucionales constituye una dimensión importante en la percepción pública de la ciencia que no es captada adecuadamente en las encuestas tradicionales. Su propósito era comprobar si las encuestas podían proporcionar información útil –para ser aplicada en las políticas científicas- sobre la presencia y la función de diversas representaciones y perspectivas sociales de la ciencia en las percepciones del público. Los resultados que obtuvieron mostraban que la incorporación en los cuestionarios de preguntas relacionadas con el carácter sociopolítico de la ciencia, reflejaba una fuerte sensibilidad en las percepciones del público hacia temas vinculados a la responsabilidad y la receptividad ante la ciencia. Los datos obtenidos parecían oponerse a la correlación lineal entre conocimiento y actitudes positivas defendida por el modelo del déficit, y reforzaban notablemente las conclusiones alcanzadas en estudios anteriores en los que dicha correlación se analizaba en países con un alto nivel de desarrollo industrial –ver nota 151-(Kallerud y Ramberg, 221).

Otros autores han manifestado su desacuerdo con la restricción de la metodología cuantitativa al modelo del déficit. Es el caso de Sturgis y Allum, que en 2004 plantearon la posibilidad de realizar un estudio cuantitativo de los dos dominios de conocimiento más relevantes en el modelo contextual –el conocimiento institucional, y el conocimiento local, aunque finalmente el estudio se limitó al primero. Ante la dificultad de diseñar indicadores satisfactorios de este tipo de conocimiento contextualizador, optaron por emplear un método adoptado del campo de la ciencia política, según el cual el nivel de conocimiento político de los ciudadanos tiene un impacto muy significativo sobre sus preferencias políticas, actitudes, y creencias. De este modo, se infiere que el nivel de conocimiento político puede ser un indicador del conocimiento de las relaciones políticas e institucionales en las que se desenvuelve la regulación de la ciencia, y aunque no es una medida directa del conocimiento institucional de ésta, los autores creían que podía constituir una buena aproximación, dado que además les permitía verificar si las respuestas dadas estaban basadas en conocimientos reales de los encuestados, y no simplemente en actitudes –ver nota 152.

En un estudio posterior, Bauer, Allum, y S. Miller, consideran errónea y poco útil la identificación habitual que desde esta posición se ha venido haciendo entre el modelo del déficit y los métodos cuantitativos, y entre el modelo contextual y los métodos cualitativos, puesto que entienden que la crítica legítima del modelo del déficit no implica necesariamente dicha identificación. Así pues, proponen romper con ella e integrar los métodos cuantitativos en la nueva perspectiva de la comprensión pública de la ciencia, algo que, a su juicio, contribuirá a ampliar el campo de investigación, principalmente con cuatro desarrollos: a) la contextualización de los distintos resultados obtenidos en las encuestas y otros estudios, mediante la reformulación del problema de la relación conocimientos-actitudes, b) un marco de trabajo de indicadores de ciencia que permita analizar los datos en busca de indicadores culturales, c) la integración global y el análisis de bases de datos longitudinales, y d) la comparación y el análisis de otros conjuntos de datos –como los relacionados con el análisis de contenido de los medios de comunicación, u otros de carácter cualitativo- con una perspectiva a largo plazo (Bauer, Allum, y Miller S., 90; Sturgis y Allum, 60).

[165] Brian Wynne identificó como una deficiencia de las encuestas el hecho de que estas reflejaran un amplio reconocimiento del público hacia la ciencia en abstracto, al mismo tiempo que los científicos constataban respuestas apáticas o incluso hostiles en situaciones concretas de la vida (Wynne 1992, 38).

Sin embargo, la validez de los análisis de casos como método de conocimiento de la comprensión pública, ha sido puesta en duda por quienes afirman que no pueden ser controlados como experimentos, por lo que, a su juicio, no constituirían propiamente un método. Sin embargo, sus defensores sostienen que introduciendo los adecuados controles, con el fin de evitar los inaceptables grados de libertad que supone su uso incontrolado, se pueden reducir las dificultades epistemológicas, y aunque admiten también que esta metodología no puede lograr el rigor de la ciencia experimental, no consideran que esto sea un obstáculo que impida obtener resultados cognitivamente valiosos. Además, sostienen que las aproximaciones cualitativas e interpretativas proporcionan información difícil de obtener mediante técnicas cuantitativas, como la relacionada con aspectos complejos de las creencias, la comprensión, y algunas reacciones del público (Gross, 10; Myers, 265; Wynne 1991, 113; Sturgis y Allum, 59; Kallerud y Ramberg, 213).

Desde este modelo se afirma que en la esfera pública coexisten los sólidos argumentos de los expertos, con otros posibles argumentos de personas no expertas pero que también reivindican algún tipo de competencia en materia científica debido a su experiencia directa con asuntos concretos –como podrían ser los familiares de algunos enfermos, los afectados por algún problema relacionado con la ciencia, etc. El discurso científico no se encuentra aislado del resto de la cultura, y el público no queda equiparado, en cuestiones científicas, a una simple pizarra en blanco a la que se trasfieren sin más los conocimientos de la ciencia. Por ello, ante las diversas reivindicaciones de experticia, los investigadores que estudian la comprensión pública de la ciencia tienen que ir más allá de los canales de comunicación estrictamente científicos y analizar los discursos mediante los que otras personas reivindican su conocimiento. Esto supone estudiar los textos de ciencia popular como parte del discurso científico y ver la ciencia no como un único discurso, sino como una secuencia de distintos discursos. Dicho estudio consistiría en analizar tanto el tratamiento que en ellos se da a la información y a los autores, como la evaluación que hacen de los contenidos que incluyen (Myers, 269). Por lo tanto, se presenta el discurso científico como constituido por un continuo –de comunicación científica– de diversos géneros, prácticas, registros, y repertorios, del que también formaría parte la popularización de la ciencia. Por otro lado, el discurso científico estaría relacionado con otros de tipo político, social y cultural.

A diferencia de lo que sucedía en el modelo del déficit, en el que se asociaba el incremento de conocimiento del público con el aumento de actitudes favorables hacia la ciencia, aquí se considera que

el público evalúa los mensajes de riesgos científicos en función de su confianza hacia la persona o institución que proporciona la información, de su recuerdo de otros casos similares, y de su propia experiencia. De este modo, la popularización, o la comunicación de la ciencia al público, no sólo es cuestión de información sino también de interacción, involucrando tanto mensajes como personas e identidades. Dicha interacción va más allá de la mera valoración por parte del público de las credenciales que legitiman el discurso del experto, e implica la construcción activa de identidades creíbles o no, y de alineamientos que podrían cambiar en el curso de una interacción (Myers, 273).

David Dickson ha subrayado la necesidad de que el diálogo que se promueve desde este modelo entre la ciencia y la sociedad, no debe limitarse únicamente a que los científicos escuchen y respondan las preocupaciones del público –teniendo en cuenta, al hacerlo, el marco en el que se encuentra este último–, o a que los comunicadores incluyan en sus trabajos referencias plurales a la relevancia y a las posibles consecuencias de los resultados científicos, sino que debe lograr la capacitación efectiva de los ciudadanos para que puedan poner en cuestión o aprobar, en un momento dado, la toma de decisiones sobre el desarrollo y la aplicación de la ciencia. Para lograrlo, la información que se suministra al público, sobre ambos procesos, no debe estar orientada exclusivamente a obtener la legitimación y el reconocimiento de los logros científicos, sino también a informar de los posibles aspectos negativos de la aplicación de la ciencia (Dickson, 921).

El modelo ha sido acusado de carecer de una definición concreta del modelo de democracia que defiende –o de la relación entre el proceso político y el ciudadano–, puesto que no precisa en qué consistiría la ampliación de la capacidad de acción del público lego. Se le acusa, por lo tanto, de padecer un déficit de ciencia política, dado que no tiene en consideración los distintos modelos de democracia en los que se proponen diversos tipos de interacción entre la sociedad civil y el estado, o entre el público y la ciencia (Michael, 363).

Steve Miller, a su vez, ha advertido que sería un error identificar el final del modelo del déficit con la ausencia de un déficit de conocimiento por parte del público. Necesariamente esa brecha entre lo que saben los científicos y los ciudadanos tiene que existir. Por eso no se debería cometer el error de promover una comprensión pública de la ciencia políticamente correcta, en la que se considere un tabú afirmar que los científicos saben más que el ciudadano medio, afirmando que ambos están en igualdad de condiciones en lo relativo a la información científica (Miller, S, 118).

Por último, algunas versiones del modelo contextual también han sido criticadas por privilegiar –en su empeño de capacitar al público para intervenir– el conocimiento local lego frente al conocimiento científico, lo que le conferiría al modelo un carácter anticientífico.

5.5. CRÍTICAS A LA POPULARIZACIÓN CIENTÍFICA

A lo largo de este capítulo hemos expuesto distintos modelos teóricos de la comprensión pública de la ciencia, así como sus correspondientes críticas y sus implicaciones en la comunicación pública de la ciencia. En el presente apartado presentamos algunas de las principales críticas que han recibido ciertas realizaciones prácticas de dichos modelos teóricos cuando se han materializado a través de la popularización científica. Aunque estas críticas pueden asociarse a algunos de los rasgos constituyentes de ambos modelos, afectan fundamentalmente al primero de ellos, por ser el que más presencia ha tenido, y continúa teniendo, en las prácticas popularizadoras.

Las críticas a la popularización científica, motivadas bien por la constatación de sus limitaciones, o bien por el desacuerdo con la noción concreta de alfabetización científica en la que se sustente, pueden estar dirigidas a socavar y deslegitimar por completo la actividad en sí misma –por entender que plantea unos objetivos imposibles de alcanzar–, o pueden ser menos drásticas y proponer un cambio de estrategia en la forma de abordar la práctica popularizadora o la noción implícita de alfabetización, confiando en que dichas modificaciones produzcan avances en favor de los resultados esperados. A continuación analizaremos cuatro críticas del segundo tipo, cada una con sus propias particularidades. En la primera de ellas Morris Shamos presenta una serie de problemas relacionados con la noción tradicional de alfabetización científica que ha caracterizado al ámbito de la educación científica, y propone una vía alternativa. En la Segunda Leon Trachtman, cuestiona una serie de presupuestos que habitualmente han servido de justificación de los programas públicos emprendidos con el fin de promover la comunicación pública de la ciencia, y propone una nueva orientación del tema. En la tercera, Philippe Roqueplo, realiza un análisis de las dificultades epistemológicas y pedagógicas que caracterizan a la popularización de la ciencia y pone de manifiesto una serie de limitaciones que, a su juicio, son inherentes a esta actividad. Finalmente, en la cuarta crítica Marta Fehér plantea que la ciencia, necesitada del apoyo financiero, político, y moral procedente de público, tiende a ofrecer una imagen que le brinde el favor de éste, pero

que conlleva el desconocimiento público de aspectos fundamentales en los que se funda el trabajo de los científicos.

En 1995 Shamos realizó un análisis exhaustivo de la noción de *alfabetización científica* implícita en los programas de educación científica –dirigida a los estudiantes en general, no sólo a los que optaban por especializarse en ciencia– de buena parte del siglo XX, principalmente en los desarrollados en Estados Unidos tras la Segunda Guerra Mundial. A pesar de que durante todo ese tiempo los diversos agentes implicados en este movimiento de educación científica no alcanzaron un consenso sobre lo que significa o debería significar la alfabetización científica, estos programas suponen, por lo general, que la consecución de dicha alfabetización en la edad escolar derivaría a la larga en una sociedad de individuos alfabetizados científicamente.[166] En vista de los escasos resultados positivos obtenidos mediante la implantación de los mismos, el estudio cuestionaba su eficacia y ponía en duda los presupuestos vertebradores de la noción de alfabetización científica que promovían.

A juicio de Shamos, la alfabetización científica no constituye únicamente un problema de educación formal, puesto que esta última no puede proporcionar por sí sola los estímulos que susciten el interés necesario para que los estudiantes y el público en general acepten que los beneficios reportados por la alfabetización científica compensan el esfuerzo requerido para lograrla. Afirma, además, que la alfabetización científica transmitida en la escuela no es equiparable a la alfabetización de los adultos, dado que los esfuerzos realizados para alfabetizar científicamente a los alumnos parecen tener poco que ver con sus percepciones de la ciencia cuando son adultos. En cualquier caso, lograr la alfabetización de los alumnos en edad escolar no significa que se mantenga hasta la edad adulta, y es precisamente la población adulta la que puede emplearla en beneficio de la sociedad (Shamos, 215).[167] Entre los propósitos atribuidos a la alfabetización científica el más extendido es el social o cívico, según el cual la

---

[166] La mencionada ausencia de consenso afecta principalmente a tres puntos: a) falta de acuerdo sobre los niveles de comprensión y habilidades que determinan la alfabetización, c) no se establecen directrices convincentes para lograr esos niveles, y c) suponiendo que se produjese la mejora en la alfabetización científica de la sociedad, no se especifica en qué grado beneficiaría más a la sociedad dicha alfabetización que otras relacionadas con áreas académicas que también afectan a cuestiones cotidianas de una sociedad, como la economía, la ciencia política, la psicología, o el derecho (Shamos, 189).

[167] Los estudios de percepción pública de la ciencia muestran que muchos de los conocimientos adquiridos a lo largo del periodo escolar son olvidados al llegar a la edad adulta, una situación que también pone de manifiesto la debilidad de otras vías de exposición a la ciencia, como pueden ser los medios de comunicación, a la hora de ayudar a reforzar y mantener dichos conocimientos (Shamos, 89).

alfabetización debe posibilitar la participación del público –mediante opiniones independientes– en los procesos de toma de decisiones sobre problemas sociales relacionados con la ciencia y la tecnología. Un objetivo difícil de alcanzar mediante los presupuestos tradicionales de la educación científica en los que ha primado la enseñanza de conocimiento científico de manual. En este sentido, y con relación a la actuación de la comunidad educativa vinculada a la ciencia, afirma:

> "A pesar de los indicios que muestran que el público en general pone en duda el valor de la educación científica que hemos estado imponiendo en nuestras escuelas, en lugar de dar respuesta a las necesidades percibidas, insistimos en presentar nuestras nociones tradicionales de comprensión de la ciencia, con mínimas variaciones, a una audiencia poco dispuesta" (Shamos, 238).

Este autor plantea como alternativa la necesidad de redefinir el propósito de la educación pública en ciencia, y opta por un tipo de alfabetización funcional que no gire en torno a la transmisión de conocimientos científicos, como tradicionalmente ha sucedido en los en los programas educativos. Así, si pretende que la enseñanza transmita una imagen de la ciencia orientada a facilitar la futura participación de los alumnos como agentes activos de la sociedad, deberá estar encaminada a promover el reconocimiento y la concienciación de la naturaleza de la empresa científica, entendida ésta como un proceso, haciendo más énfasis en el cómo y el porqué de la práctica científica que en la simple transmisión de sus contenidos o resultados. Ante la imposibilidad de lograr que todo el mundo se convierta en un experto, la promoción de la alfabetización científica cívica entre los estudiantes tendría que fomentar la necesidad de recurrir al consejo de los expertos para hacer frente a los aspectos técnicos de un determinado problema.

Este tipo de educación científica, además de hacer consciente a la sociedad de cómo y por qué funciona la empresa científica, también pretende mostrarle su propio papel en ella, así como hacer que sus miembros se sientan más seguros con los nuevos desarrollos de la ciencia y la tecnología, algo para lo que, a su juicio, no es tan necesario comprender los detalles como reconocer los beneficios y los posibles riesgos.

Shamos enumera una serie de temas relacionados con la ciencia que deberían constituir, según él, el núcleo de los programas de estudios, dado que contribuyen a facilitar la comprensión de qué es la ciencia

y de cómo es practicada, además de alentar las opiniones y las discusiones entre los alumnos, y fomentar el interés de una forma más amena.[168] La estrategia que sugiere consiste en introducir estos temas mediante cuestiones relacionadas con la tecnología que resulten familiares y significativas para los alumnos –puesto que la ven como algo más útil y fácil de comprender que la ciencia–, todo ello con el fin de describir el proceso científico y explicar aspectos de la ciencia implícitos en ellas, como el papel de los experimentos y el significado de la verdad, los hechos, las leyes, y las teorías científicas. Por último, la tecnología también resultaría útil a la hora de abordar la relación entre ciencia y sociedad, y de explicar cuándo y cómo emplear el consejo experto en esa relación (Shamos, 219).

En 1981 el profesor de comunicación y comunicador científico Leon Trachtman, publicó un artículo en el que ponía en tela de juicio tres de los argumentos que habitualmente se esgrimen a la hora de justificar los programas dirigidos a aumentar la comprensión pública de la ciencia, según los cuales resulta beneficioso para la sociedad el que sus miembros estén informados sobre cuestiones científicas.[169] El primero de los argumentos valora el conocimiento como algo bueno en sí mismo, en virtud de lo cual reclama la puesta en marcha de iniciativas que promuevan la transmisión de conocimiento científico al público lego. El segundo supone que un público científicamente informado estará más capacitado para tomar decisiones como consumidor. Y el tercero defiende que los esfuerzos realizados para lograr la comprensión pública de la ciencia redundan en beneficio de la democracia, puesto que favorecen la participación informada de los ciudadanos en la toma de decisiones sobre políticas públicas (Trachtman, 10).

En respuesta al primer argumento, Trachtman considera que, aunque meritoria, la adquisición de conocimiento científico por parte de los legos en virtud de su valoración del mismo, no es justificación

---

[168] Los enunciados de estos temas son los siguientes: el propósito de la ciencia y de la tecnología; ¿son necesarias la ciencia y la tecnología?; el significado de los "hechos" y de la "verdades" científicas; el papel de la teoría, de los esquemas conceptuales, del experimento, y de las matemáticas en la ciencia; los papeles complementarios de la ciencia y la tecnología; la historia de la ciencia y, especialmente, de la tecnología; la naturaleza acumulativa de la ciencia; los horizontes de la ciencia, sus posibilidades y limitaciones; la amenaza de los movimientos de contracultura de la ciencia y anticientíficos; el impacto social de la ciencia y la tecnología; el papel de la estadística; el papel de los análisis de riesgo-beneficio en la toma de decisiones; y el uso adecuado del consejo científico experto (Shamos, 223).

[169] Trachtman advierte que el propósito de su análisis no es oponerse a las actividades de divulgación de la ciencia, sino poner en entredicho ciertas suposiciones que generalmente se dan por sentadas cuando se reclama un mayor compromiso político para promover la comprensión pública de la ciencia, sin cuestionar previamente el tipo de información que se transmite al público (Trachtman, 14).

suficiente para avalar el gasto público destinado a financiar las iniciativas derivadas de políticas que promuevan la comunicación pública de la ciencia.

Respecto al segundo argumento, afirma que en la mayoría de las decisiones importantes de los consumidores la evidencia científica no es clara o es ambigua. Además, ante determinados temas controvertidos sobre los que no existe un consenso científico y la literatura científica existente no es determinante, no les resultará fácil tomar una decisión bien fundada –independientemente de la cantidad de información que se les suministre–, y es muy probable que en estas situaciones busquen la justificación de sus decisiones en argumentos no científicos, sea cual sea la postura científica que tengan al respecto. Por lo tanto, tampoco en este caso las ventajas provenientes de la puesta en marcha de programas de información pública sobre ciencia justifican una inversión pública elevada.

En cuanto al tercer argumento, sostiene que los programas de información y educación científica dirigidos al público no parecen haber contribuido de manera significativa a la mejora de la igualdad en la participación de los ciudadanos en procesos de toma de decisiones relacionadas con las políticas públicas. Distingue principalmente tres posibles vías de participación ciudadana en dichos procesos vinculados a la ciencia y la tecnología, y mantiene que en ninguna de las tres resulta decisiva la información científica suministrada al público: la primera de ellas consiste en apoyar y votar a candidatos que defienden determinadas posiciones respecto a temas científicos y tecnológicos; en la segunda el ciudadano trata de influir sobre los correspondientes funcionarios con el fin de que apoyen ciertas líneas de acción; y en la tercera la participación consiste en acciones –como manifestaciones, mítines, etc.–, con las que se persigue impulsar cierto comportamiento público sobre temas controvertidos (Trachtman, 13).

En el primer caso, dirá Trachtman, el voto se suele decidir teniendo en cuenta el conjunto de las opiniones de los candidatos y no sólo las relacionadas con la ciencia. Las otras dos formas de participación las trata de forma conjunta, al entender que la tercera es una ampliación del activismo de la segunda, y las razones que ofrece para desestimar el papel de la información científica en el comportamiento del público son semejantes a las expuestas con relación a los beneficios que reporta la información científica al individuo como consumidor. De este modo, sostiene que cuando las pruebas científicas no son concluyentes –lo que ocurre a menudo con los temas importantes–, el hecho de proporcionar más información conduce a un aumento de la incertidumbre a la hora de tomar una decisión y, como consecuencia, lo más probable es que finalmente se tenga que recurrir a criterios económicos,

políticos, sociales y éticos para elegir entre una opción u otra. También existe la posibilidad de que la indecisión conduzca a un activismo prematuro, basado en aceptar únicamente los resultados que confirman los prejuicios. Además, cuanto menos relevante es una información, para los problemas personales y de política pública, menos incertidumbre provoca, lo que aconseja su publicación. Sin embargo, si se trata de una información relevante existirán posiciones encontradas en torno a ella, en el seno de la propia ciencia, provocando un aumento de la incertidumbre pública y haciendo poco aconsejable, paradójicamente, el intento de informar al público.

Por último, enumera una serie de carencias que se pueden derivar del tratamiento que da el público al tipo de información científica que se le suministra habitualmente, unas carencias asociadas a una interpretación incorrecta del carácter y de la estructura de la ciencia, de sus posibilidades, métodos, y procesos, y del significado de la investigación científica.

Cuando esa información gira en torno a temas sobre los que no hay consenso científico, Trachtman se pregunta si en lugar de inundar al público con informes ambiguos y contradictorios, no sería más conveniente ofrecer una forma de evaluar o valorar los informes. Se trata de una sugerencia enmarcada dentro del propósito de comunicar algo de la atmósfera real de la investigación científica, en la que se tenga en cuenta la naturaleza de la ciencia, su estructura, significado, fines, y métodos, evitando centrarse exclusivamente en los resultados, avances, o conocimientos consolidados. No obstante es consciente de los obstáculos inherentes al intento de transmitir esta imagen, tanto por la complejidad misma de la información que está en juego como por la imagen de la ciencia de la que parte el público lego, bastante alejada de la realidad. Una imagen según la cual, la ciencia "al usar métodos infalibles, trata solamente con hechos comprobables y concretos y con resultados útiles. –*y en la que es vista como*–…una fuerza metódica, despiadada, incontenible en su ataque lógico y racional de los problemas que enfrenta la humanidad" (Trachtman, 14).

En relación con el planteamiento expuesto por Trachtman, Christopher Dornan adelanta una posible réplica de los partidarios de mejorar la comprensión pública de la ciencia, al mismo tiempo que señala algunos puntos débiles que detecta en la propuesta de estos últimos:

> "Los defensores de ampliar la tarea de escribir sobre ciencias podrían responder que Trachtman propone una claudicación a la ignorancia, o que ha explorado de forma insuficiente cómo un sólido conocimiento de la ciencia podría influir en la elección política. Sin embargo, los propios defensores de una mayor comprensión pública de la ciencia omiten decir cómo la generalización de la alfabetización científica mejoraría en la práctica el funcionamiento de la democracia. Se da por supuesto, sin demostrarlo, que el conocimiento lego de la ciencia no es suficiente. No ofrecen ejemplos de cómo esta comprensión inadecuada ha dañado el desempeño del gobierno democrático. No se hace ninguna mención de lo que constituiría una comprensión pública 'aceptable'. La sugerencia es simplemente que es preferible un conjunto de legos entusiastas de la ciencia, que uno que es receloso, indiferente, o ignorante.
> No obstante, incluso si Trachtman estuviera en lo cierto en sus opiniones, sus opositores todavía podrían echar mano de la afirmación según la cual un público alienado de la ciencia podría abandonar la determinación de apoyar sus investigaciones. Una campaña de educación pública todavía estaría justificada, por lo tanto, como un medio de inculcar en los legos el respeto necesario por la empresa científica" (Dornan 1990, 50).

Dornan señala que las objeciones expuestas por Trachtman apenas han tenido repercusión en la literatura posterior sobre ciencia y medios de comunicación, dedicada a fomentar el periodismo científico. A su juicio, dicha literatura se ha caracterizado por no cuestionarse sus propias suposiciones básicas, y se ha limitado a determinar las deficiencias de la cobertura de la ciencia y a diseñar estrategias para mejorar la comunicación científica.

En 1974, Philippe Roqueplo, publicó una obra en la que se preguntaba por la posibilidad de transmitir la ciencia a un público no científico y, en el caso de que fuera posible, si dicha transmisión podía ser efectuada por los medios de comunicación. Con el propósito de responder estas preguntas se propuso realizar un análisis teórico de las dificultades epistemológicas y pedagógicas que genera el uso de los medios masivos de comunicación a la empresa de la popularización científica (Roqueplo, 71). Según su planteamiento, el problema fundamental de la popularización radica en la dificultad de transmitir la práctica científica, en la que se fundamenta el discurso científico, mediante un relato cuyos destinatarios carecen de la instrucción necesaria para poder leer experimentalmente un relato de experiencia, a

diferencia de los científicos que han adquirido de forma experimental la capacidad interpretar un protocolo de experiencia.[170] Por ello, cuando un lego y un científico leen un texto de popularización, lo interpretan de formas diferentes.

Roqueplo lleva a cabo un análisis del proceso de verificación del conocimiento objetivo en el que trata de mostrar la tendencia que existe, incluso dentro de la propia ciencia, a distanciarse de la práctica experimental como criterio verificador en favor de un proceso ontologizador que anula su carácter provisional. De esta manera, concluye que si esta situación se produce entre los propios científicos que poseen una formación especializada, "¿qué será entonces de los 'profanos', que no tendrán la experiencia de la potencia crítica de la práctica y a quienes la ciencia nunca podrá ser más que 'mostrada', o 'expuesta': 'relatada'?" [171]

Los modelos que emplea la ciencia como interpretaciones de las teorías aportan un campo semántico que reviste a las palabras de una significación más concreta empleando conceptos o imágenes más o menos familiares e intuitivas. El uso que hacen los científicos de los modelos les facilita la comunicación y, gracias a su educación experimental, este uso no les oculta el proceso por el que se construye el saber objetivo, donde las teorías surgen de la confrontación entre el marco teórico, lógico-matemático, y la experiencia. Sin embargo, cuando desde la popularización científica se utilizan modelos para acercar la ciencia a los profanos, se transmite una imagen de la ciencia en la que pasa desapercibida la confrontación de la lógica con la experiencia, es decir, de las condiciones de producción del conocimiento

---

[170] Cuando habla de práctica se refiere tanto a la práctica teórica como a la práctica experimental, entendiendo por la primera el manejo coherente de los términos y los formalismos cuyo conjunto constituye el discurso de una ciencia. Estos elementos teóricos son puestos en correspondencia con elementos empíricos en el proceso de construcción del conocimiento objetivo, donde entra en juego la práctica experimental, de forma que la asunción de la experiencia misma en el marco lógico-matemático da como resultado el conocimiento objetivo (Roqueplo, 77).

[171] En este proceso de verificación del conocimiento objetivo, la experiencia resulta ser el criterio de verificación, dado que en el proceso de verificación el conocimiento se constituye como saber pasando de ser una hipótesis a una teoría mediante su comprobación por la experiencia, así pues, afirma, la verdad científica no es nunca más que el certificado provisorio que la práctica acuerda a la teoría, la verdad objetiva sólo es verdad si, en principio y fundamentalmente, es verdad de una práctica. Una vez que el saber objetivo es vertido y fijado en un texto de carácter científico –cuya verdad le es ineluctablemente exterior- su accesibilidad queda determinada por el pensamiento, pero pensar no equivale a saber, ya que el saber agrega al pensamiento la conciencia de la verdad de lo pensado, se produce un olvido de la distancia crítica que instaura la práctica, como certificado provisorio, y se corre el riesgo de que se produzca una ontologización desnaturalizadora. Sucede entonces que el discurso se carga de una significación ontológica que traiciona la estructura de veracidad propia de la ciencia, deviniendo absoluto, definitivo, dogmático, totalitario... Mientras tanto, la práctica científica seguirá su curso verificador y obligará a cambiar estos contenidos fijados como reales, volviendo de nuevo, a repetirse el proceso de ontologización del saber objetivo. Se produce así, una perpetua dialéctica entre la potencia crítica de la práctica y la potencia ontologizante del pensamiento (Roqueplo, 78).

científico, lo que provoca la desnaturalización de la ciencia. Y aunque el discurso popularizador trate de la práctica científica, es esta ciencia desnaturalizada la que transmite, puesto que "el discurso no es la práctica y, falto de una práctica correspondiente, el profano no puede conferirle una significación propiamente objetiva" (Roqueplo, 87). Como consecuencia, la popularización, incapaz de legitimar la verdad del saber objetivo con la confrontación entre la teoría y la práctica experimental, buscará esta legitimación exhibiendo el espectáculo de los hombres de ciencia, de sus laboratorios, de sus experiencias, tratándolos como estrellas.

Roqueplo considera que la popularización científica reorganiza la ciencia para presentársela al público bajo un doble espectáculo: "...espectáculo del contenido, integrándolo, tanto como sea posible, a la realidad de cada uno; espectáculo de la autoridad que legitima este contenido y su integración" (Roqueplo, 86). Este doble espectáculo es el reflejo de lo que en origen es la estructura objetiva teoría-experiencia. La teoría estará representada por el primer espectáculo, mediante modelos con los que se intenta acercar a la vida cotidiana, propuestos como un discurso de la ciencia. La experiencia estará representada por el espectáculo de los científicos y los laboratorios. El primer espectáculo se propone como un 'discurso-espectáculo de la ciencia', mientras que el segundo se considera como un 'discurso-espectáculo sobre la ciencia', cuya función sería legitimar y autentificar al primero. Según este autor ambos espectáculos aseguran la transmisión equívoca del saber objetivo, siendo precisamente el carácter equívoco el que hace posible dicha transmisión. Por otra parte, esta equivocidad se sustenta en una de las características de la comunicación que es propia de los medios masivos de popularización científica, a saber, la unilateralidad o inexistencia de una respuesta real del público frente al discurso del popularizador. Y es esto, lo que nos proporciona la clave de la persistencia de la imagen ficticia que muestra la popularización:

> "Si así no fuera, los divulgadores recibirían de su público respuestas inmediatas, que obligarían a su 'discurso' a transformarse en 'palabra', lo que impediría que jugaran su rol de espejo: entonces, los divulgadores se verían forzados a percibir hasta qué punto, falto de práctica científica real, el público recibe el contenido de la emisión de acuerdo con unas significaciones y una lógica por completo diferentes de las significaciones y la lógica del saber objetivo, que se supone transmitidas" (Roqueplo, 92).

La superación de esta unilateralidad no vendrá dada únicamente por la realimentación de la popularización tras conocer los distintos niveles de recepción del público con el fin de adaptar los contenidos transmitidos, puesto que la unilateralidad se refiere a la carencia tanto de una comunicación recíproca, como de toda práctica efectiva común al popularizador y a su público.

Roqueplo se sirve de la teoría de las representaciones sociales de Moscovici para explicar el proceso de asimilación del saber por el público y el papel que juega la popularización en ese proceso.[172] Ésta, en su empeño de franquear el espacio que existe entre la realidad cotidiana vivida por el público y la ciencia, transforma el saber "...en un sistema de representaciones sociales cuyo conjunto constituye, precisamente, la 'realidad' que cada uno se construye", dado que el saber objetivo sólo puede ser asimilado y comunicado en forma de representación (Roqueplo, 99). El público tiene organizado su universo mental en un conjunto de representaciones, y la popularización, con los medios expresivos de los que dispone (palabras e imágenes) es incapaz de hacer pasar al público de su universo mental de representaciones a la realidad construida de manera científica (saber objetivo), ya que semejante paso sólo sería posible si se produjese una combinación de expresión lingüística y manipulación. Ante la imposibilidad de transferir el saber objetivo en tanto que tal, lo que sucede es que la popularización confiere a la ciencia la única modalidad cultural que le es posible fuera del mundo científico: el estatuto de representación social. La actividad popularizadora transforma unas representaciones en otras, y no transmite el saber objetivo sino representaciones suyas, modificando la realidad del público como consecuencia del poder conformador de la realidad que tienen las representaciones sociales.

El doble espectáculo que ofrece la popularización (espectáculo de/sobre la ciencia) confiere a los contenidos de la ciencia un peculiar rango de verdad –al transmitir la imagen de una verdad invariable y permanente, de una expresión auténtica de la realidad–, lo que contribuye a imponer su autoridad sobre cualquier posible representación de lo real que entre en conflicto con ella. Se transmite un mensaje de certeza debido a que se sitúa fuera de toda práctica real que ubique en el lugar que le corresponde al saber objetivo. Los contenidos se ontologizan y adquieren un carácter dogmático. La verdad científica pierde su naturaleza de verdad hecha, el saber objetivo pierde su carácter de construcción artificial, y se

[172] Según Moscovici, la representación social constituye la modalidad de conocimiento sobre la que el hombre conforma su realidad, ya que dicha representación dota de sentido a la realidad que rodea al individuo y suscita determinados comportamientos y acciones.

construye una seudo-ontología que se impone recurriendo a la autoridad de los sabios. Surge, así, el mito de la cientificidad; "la comunidad científica aparece, entonces, provista de un privilegio exorbitante, cuasi divino: nada menos que del magisterio incontrovertible de la realidad misma", acompañado de un "efecto de vitrina" mediante un acercamiento, en forma espectacular, de los científicos, de sus lugares de trabajo y sus descubrimientos a su público poniéndolos al alcance de la mano, pero manifestando al mismo tiempo el carácter inaccesible del lugar donde esos sabios se hallan y donde se descubre la verdad concretamente indiscutible que enuncian (Roqueplo, 141).

El autor concluye que estos efectos que se derivan de la transmisión del saber objetivo mediante la popularización –el mito de la cientificidad y el efecto vitrina–, son efectos inevitables e inherentes dentro del marco de esa práctica; el saber objetivo no puede ser asimilado y comunicado más que en forma de representación, y los efectos mitificador y vitrina, que hacen de la ciencia una autoridad indiscutible delegada en los sabios, serían consecuencia del carácter unilateral y a-práctico del discurso-espectáculo que conlleva la popularización.

Como ya hemos apuntado en apartados anteriores, la gran heterogeneidad del público al que se dirige la popularización representa una de las principales dificultades a la hora de transmitir una misma información científica a personas que poseen diferentes grados de conocimiento, lo que exige la puesta en marcha de distintos tratamientos de la información, adaptados a los diversos niveles de recepción. Aun entendiendo la popularización como una alternativa, o un complemento, a la educación formal institucional, es necesario que el público posea un mínimo bagaje de conocimientos sobre los que sustentar la información transmitida.

En la actualidad, las funciones que puede desempeñar el público respecto a la ciencia son diversas, desde actuar como espectador, financiero, usuario, y consumidor, hasta jugar un papel moral y político sobre el abanico de posibilidades que despliegan la ciencia y la tecnología, pudiendo así promover o dificultar la investigación. Se supone que la difusión de la popularización aspira a mejorar estas formas de actuación del público, suministrando informaciones adaptadas a sus características con el fin de que trabe relaciones más estrechas con la realidad científica y se involucre de una manera más activa en la toma de decisiones que afectan a asuntos relacionados con la ciencia. La popularización promueve e impulsa la acción del público, pero se trata de una acción de segundo grado, que interviene sobre acciones producidas por los poseedores de las capacidades necesarias para generarlas. Esta situación

es la que conduce a la filósofa de la ciencia Marta Fehér a plantearse la posibilidad de una acción cognitiva, por parte del público, en el proceso de construcción del conocimiento científico, dado que observa una ausencia total de estudios al respecto, "... acerca de si el público tiene o puede tener algún tipo de papel en el proceso de cognición científica y de cómo esto afectaría a la evaluación y aceptación de los enunciados de conocimiento en el interior de la propia ciencia" (Fehér, 421). En la actualidad el público no ejerce el papel de agente cognitivo, una función asignada exclusivamente a los especialistas, dando por sentada la separación epistemológica entre ambos.[173]

Como ya hemos visto anteriormente, y como confirman Antonio Lafuente y Alberto Elena, dos de los factores que provocaron el distanciamiento entre la ciencia y el público fueron:

> "De una parte, la creciente especialización que desviaría la necesidad de legitimación hacia los colegas de otras disciplinas. ...El segundo factor aludido hace referencia a la creciente sustitución de todas las formas de patronazgo por una profesionalización del científico como miembro de la Administración pública. El Estado nacional reemplaza al público y siempre toma en su nombre la palabra" (Lafuente y Elena, 49).

Una tercera razón del cese de la participación cognitiva del público, especializado o no, en la ciencia, es la que hace referencia a un argumento derivado del individualismo epistemológico; sólo el individuo puede adquirir un conocimiento justificado, los grupos no pueden adquirir, como grupos, ningún conocimiento, sólo sus miembros, en calidad de individuos, pueden. Este argumento niega la validez de la adquisición de conocimientos sobre la base de testimonios, de manera que toda justificación es, en último término, individual y basada en la experiencia personal, el resto sólo son creencias. Frente a esta tesis, John Hardwig argumenta que incluso dentro de la propia ciencia se produce también dependencia epistémica y falta de autonomía cognitiva, como consecuencia del alto grado de especialización que ha alcanzado la ciencia. Las investigaciones que se llevan a cabo en la actualidad requieren de la participación interdisciplinaria de una gran variedad de especialistas, cada uno aporta a la investigación

[173] Son contados los casos en los que individuos no profesionales de la ciencia desempeñan alguna labor en este sentido, sin embargo el campo de la astronomía recoge algunas de las excepciones más notables, desde el descubrimiento de nuevos planetas, supernovas y cometas, hasta la colaboración con astrónomos profesionales en la recogida de datos.

sus conocimientos y unos se apoyan en los resultados de los otros. Según la tesis del individualismo epistemológico, ni siquiera los científicos podrían tener un conocimiento justificado, debido a su dependencia epistémica de los resultados obtenidos por otros especialistas de su grupo de investigación. Si los propios especialistas adoptan un papel de no especialista en el seno de la ciencia, parece necesario cuestionar la tesis del individualismo epistemológico y respaldar la idea de la construcción colectiva del conocimiento, en la que el individuo contribuye con sus observaciones a la justificación de aquel, pero en ningún caso la observación de un solo individuo es suficiente para tal justificación. Conviene, entonces, diferenciar entre el estatus cognitivo del conocimiento de cada científico como individuo, de la posición cognitiva de la comunidad científica. El progresivo aumento de la especialización hace a cada científico más dependiente epistémicamente del resto de sus colegas, alejándolo de una posible autonomía intelectual, por lo que el estatus cognitivo del científico como individuo es cada vez más parecido al del público lego, sin embargo, la comunidad científica en su totalidad posee un estatus cognitivo muy diferente al del público no especialista que, por esta razón, depende epistémicamente de la comunidad científica (Hardwig, 335).

Fehér sostiene que "... aunque la ciencia no precisa de ningún apoyo cognitivo externo, si precisa aprobación cognitiva y la aceptación de sus verdades como verdades. ...La dependencia epistémica externa del público con respecto a la ciencia debe mantenerse, al tiempo que se genera entre el público la ilusión de una capacidad de juicio autónomo con respecto a los enunciados de verdad" (Fehér, 435). La ciencia necesita el apoyo financiero, político y moral del público, esta razón la impulsa a popularizar sus resultados y sus posibles beneficios, con la intención de ganarse el favor del público. Es así como se ofrece una imagen de la ciencia como un cuerpo sólido, tanto de conocimientos como de relaciones sociales, en el que las incertidumbres y las controversias internas tienden a ocultarse. No se pretende la legitimación cognitiva del público, como ocurría en los comienzos de la ciencia moderna, sino que se espera que el apoyo del público sirva para el "...mantenimiento de la unidad paradigmática de la ciencia". La imagen de la ciencia que se transmite es la de una actividad inexorablemente restringida a los expertos, en lo referente a su producción, anulando toda posible intervención del público en este sentido.

Esta forma de entender la relación entre el público y la ciencia ha conducido al desconocimiento actual en el que se halla inmerso aquel –en lo que respecta a las prácticas y métodos en los que se funda el trabajo de los científicos–, así como a las relaciones que se establecen en el seno de la comunidad

científica. Se omite la información sobre los procesos que conducen a los descubrimientos, y las distintas vicisitudes que tienen que afrontar los investigadores hasta que la comunidad científica incorpora los nuevos resultados en su cuerpo de conocimientos. El cariz de la información que se ofrece contribuye a perpetuar una falsa comprensión de la ciencia por parte del público.

Tras constatar que el colectivo de científicos tiene especial interés en asegurarse el apoyo del público, financiero, moral y político, cabe incluso plantear la posibilidad de que como consecuencia de este empeño, oriente sus líneas de investigación con el fin de propiciar dicho apoyo, de tal forma que el público se haya convertido en agente decisivo, pero inconsciente, de la construcción del conocimiento científico, "...pudiendo no sólo desequilibrar la balanza cuando las polémicas desbordan los límites del laboratorio sino forzar a los científicos a diseñar y, en consecuencia, legitimar sus proyectos sobre la base de demandas sociales" (Lafuente y Elena, 55).

5.6. UN ENFOQUE GLOBAL: LA CULTURA CIENTÍFICA Y LA COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA

A lo largo del presente capítulo hemos expuesto como cada uno de los dos principales modelos de comprensión pública de la ciencia privilegia la comprensión de unos determinados aspectos de esta última, promoviendo así –de forma explícita o no– distintas nociones de la alfabetización científica. La propuesta del modelo del déficit se circunscribe fundamentalmente a la adquisición de ciertos conocimientos científicos, y defiende que dicha adquisición habilitará al lego para poder intervenir en procesos de toma de decisiones relacionadas con la ciencia. Como modelo ilustrado que es, confía en la posibilidad efectiva de transmitir al público el conocimiento científico en general, no sólo aquel que afecta a aspectos concretos de su vida cotidiana. Habitualmente se le ha atribuido un propósito casi exclusivamente pedagógico, y el hecho de que supedite la participación pública a la adquisición de conocimiento ha suscitado el recelo de algunos sectores que ven en él un instrumento utilizado por la comunidad científica con la intención de mantener una posición epistemológica privilegiada, debido a la dificultad de alcanzar el tipo de alfabetización pertinente para propiciar la participación del público. También se ha identificado con la defensa de la correlación positiva entre la adquisición de conocimiento científico por parte del público y el apoyo de éste a la ciencia, aunque, como ya hemos expuesto, los

estudios de percepción pública limitan dicha correlación a cierto tipo de conocimientos. De esta forma, se ha acusado al modelo de velar principalmente por la salvaguarda de los beneficios para la propia ciencia, amparándose en la incierta promesa de una futura inserción del público en los debates y en los procesos de decisión relacionados con la ciencia.

El modelo contextual resta importancia a la adquisición por parte del público de conocimientos científicos, insta a la participación de éste en procesos que generen confianza pública, y privilegia los aspectos institucionales y sociales como medios de negociación de esa confianza. Además, tiende a restringir el campo de acción de la comprensión pública de la ciencia a ciertas cuestiones que afectan a la vida cotidiana, y a temáticas relacionadas con el riesgo y con casos que generan controversia, reduciendo así la superficie de contacto entre el público y la realidad científica.

Lo cierto es que ambos modelos –que podemos identificar con dos concepciones de la ciencia distintas: positivista-realista y constructivista-relativista, respectivamente–, ayudan a explicar por qué y bajo qué circunstancias el conocimiento de diferente tipo es importante a la hora de determinar las actitudes públicas hacia la ciencia. En cualquier caso, consideramos que sería más conveniente no presentar ambas aproximaciones como excluyentes sino como complementarias. Por ello es necesario encontrar mecanismos de transmisión de contenidos científicos teóricos que vayan más allá de la simple semejanza de la traducción de un lenguaje a otro, y que permitan alcanzar un nivel adecuado de competencia científica. El objetivo no es formar expertos sino situar al público ante las distintas cuestiones relacionadas con la ciencia y dotarlo de las herramientas conceptuales adecuadas para hacer que su participación se sustente no sólo en la noción de confianza, y aún menos en una versión débil de la misma. Tras lo expuesto hasta el momento no supone ninguna novedad afirmar que la estrategia de incrementar el flujo de información científica dirigida a los legos, junto a la mejora de la calidad de los contenidos popularizados o comunicados, no representa una medida suficiente para satisfacer dicho objetivo. Así pues, consideramos oportuno introducir un nuevo enfoque que ofrezca una perspectiva diferente del problema, enfatizando el análisis de las características que son propias de la nueva dimensión que emerge cuando el conocimiento experto entra en contacto con la sociedad más allá del ámbito limitado del circuito de los especialistas. Dimensión a la que denominamos 'cultura científica'.

La exploración de los distintos factores que intervienen en la confianza del público –tanto en la moralidad como en la capacidad epistémica de la institución científica y de los científicos–, facilita el abordaje de los problemas implícitos en la comprensión y en la comunicación pública de la ciencia. Sin

embargo, creemos que esta cuestión, aunque importante, es en cierto modo secundaria con relación a otro problema de más hondo calado que subyace a la cuestión de la confianza, y del que ésta depende en buena medida; a saber: la aprehensión de conocimiento experto por parte del lego, y la interacción epistémica que se produce entre los diferentes componentes que constituyen ambos tipos de conocimiento en el marco de distintos contextos sociales e individuales. Sin duda la cuestión de cómo pueden afectar la confianza o la credibilidad, depositadas en la comunidad científica, a las diferentes derivaciones de la relación que se establezca entre ciencia y público –incluidos los aspectos epistémicos y, por lo tanto, la propia comprensión pública de la ciencia–, no es una cuestión baladí, pero más allá de ella (incluso considerándola hipotéticamente solventada) el segundo problema continúa latente.

Desplazar el debate hacia la consecución de la confianza pública, puede interpretarse como una forma de eludir el acuciante problema de hallar métodos precisos y eficientes de transmisión pública de conocimiento experto. Los periodistas y divulgadores, además de estar sometidos a las restricciones impuestas por cada una de las esferas profesionales en las que se mueven, dependen fundamentalmente de sus buenas intenciones e intuiciones. Carecen de métodos específicos y estrategias coordinadas que les permitan realizar su trabajo guiados por un marco de referencia teórico que les sirva de orientación a la hora de afrontar el tratamiento de las cuestiones relacionadas con la ciencia y con la comprensión pública de la misma. Esta situación hace necesaria la elaboración de una epistemología de la comunicación y de la comprensión pública de la ciencia que establezca las bases que permitan delimitar con la máxima precisión posible las condiciones de manipulación del conocimiento experto para su asimilación óptima por parte del público. La propuesta que presentaremos aquí prescribe unas nuevas coordenadas al abordar la comunicación y la comprensión pública de la ciencia, tomando como marco de referencia la noción de *cultura científica*.

En el tercer capítulo de este trabajo propusimos la tarea contextualizadora de los contenidos científicos y la tarea recontextualizadora del discurso científico original, como estrategias que contribuyen a paliar las pérdidas de objetividad y precisión en la popularización científica. También expusimos distintas interpretaciones de la alfabetización científica –cada una de ellas centrada en unos intereses particulares– que, en la medida en que se plantean satisfacer objetivos ligados a la obtención de unos beneficios determinados, fraccionan la realidad científica y ofrecen inevitablemente imágenes sesgadas de la misma. Por lo tanto, consideramos necesario ofrecer una imagen global de la realidad de la ciencia,

de manera que la concepción de alfabetización científica asociada a esta imagen tenga como referencia la existencia de lo que denominamos 'cultura científica'. La alfabetización científica del público se cimentará en algunos de los rasgos culturales que componen el conjunto de la cultura científica, sin embargo la elección y la transmisión de estos rasgos dependerá del conocimiento previo del conjunto en su totalidad y de las interacciones que se dan entre los elementos que lo integran. Así, la comprensión pública de la ciencia girará en torno a la transmisión y a la adquisición de conocimiento y otras aptitudes sobre ciertos rasgos culturales, pero sin perder de vista el resto de rasgos que conforman la cultura científica, ni los vínculos que existen entre ellos, puesto que se trata de mostrar la realidad de la ciencia –o aspectos concretos de la misma– teniendo en cuenta las múltiples perspectivas que la configuran. Por otra parte, las deficiencias asociadas a la pérdida de información relacionadas con la transmisión de elementos concretos, como los contenidos científicos –tanto en sus aspectos teóricos como experimentales–, se verán mitigadas por las prácticas contextualizadora y recontextualizadora de la popularización, orientadas a tejer y a transmitir una 'red' que incluya –implícita o explícitamente– esos componentes y que represente dicha cultura científica.

Puesto que esta noción de *cultura científica* no engloba únicamente el conjunto de los conocimientos necesarios para formar profesionales, sino que incluye la totalidad de representaciones, prácticas, y valores vinculados a la ciencia, concebimos la labor de comunicar la ciencia al público como aquella iniciativa destinada a transmitir algunos de los componentes de dicho conjunto con el propósito de ofrecer una imagen global del mismo. El fin último será formar ciudadanos capaces de moverse con cierta soltura por la realidad científica, que previamente habrá sido adaptada, principalmente, por la popularización, bajo la guía de la cultura científica tal y como la presentaremos aquí.

Según nuestro planteamiento, la popularización debe cumplir dos funciones, en primer lugar, trazar un plano a escala de dicha realidad, contextualizando y recontextualizando y, en segundo lugar, dotar al público de las capacidades necesarias para poder interpretarlo aprendiendo a moverse por sí mismo a través de sus vericuetos (Montañés 2002). En consecuencia, si retomamos ahora las preguntas que planteamos en el apartado dedicado a la alfabetización científica: ¿alcanza la popularización el nivel de eficiencia necesario para cumplir con las distintas funciones que le son encomendadas o, es posible con los medios de los que dispone, ofrecer una imagen lo suficientemente fiel de la ciencia como para que el público pueda formarse un criterio que le permita elaborar juicios fundados e independientes? La

respuesta será afirmativa siempre y cuando sea factible la realización de las dos funciones encomendadas a la popularización. La primera de ellas comprende, como ya se ha dicho, dos tareas:

a) La tarea contextualizadora debe estar guiada por la pretensión de hacer comprensible al público la realidad científica, y en ella se determinan los contenidos a transmitir, contextualizando tanto los conceptos y las prácticas, como la organización social y la lógica interna de la ciencia. En ella se decide, además, qué conceptos del discurso científico es imprescindible mantener y qué conexiones deben establecer con la propia ciencia y con la realidad cercana al público –lo que exige conocer previamente las representaciones de la ciencia que posee éste–, para conseguir una correcta comprensión de la ciencia dentro de un contexto de significación accesible al público. En una tarea tal, adquiere una especial relevancia la necesidad de establecer controles que permitan contrarrestar y neutralizar las posibles posiciones partidistas que defienden intereses particulares y que tratan de inculcar, por medio de contextualizaciones altamente sesgadas, representaciones parciales en beneficio propio.

Si aplicamos la metáfora del plano, esta función se corresponde con el proceso de su trazado, con la organización, distribución, y elección de sus contenidos con el fin de hacerlo transitable o interpretable para el público.

b) Mediante la tarea recontextualizadora se dota de un nuevo sentido a los contenidos del discurso científico incluidos en el discurso popularizador, y se determina el nuevo tipo de interrelación que se establece con el público. En ella el discurso científico original adquiere un nuevo fin comunicativo –que ya no girará únicamente en torno a parámetros de objetividad– mediante el que se pretende que el público lego sea capaz de reconocer y ubicar, a través del discurso popularizador establecido en la contextualización, la repercusión y la posición real de los conocimientos que se le trasmiten, pudiendo calibrar su alcance e importancia tanto en el ámbito interno de la ciencia como en el ámbito externo o social. Es una tarea relacionada con la toma de conciencia por parte del comunicador o popularizador de la emergencia de los nuevos significados que los contenidos estrictamente científicos adquieren cuando salen del ámbito restringido en el que han sido producidos, y de las distintas posibilidades que se derivan de dicha emergencia.

Continuando con la metáfora del plano, la recontextualización tiene que ver con el significado que puede adquirir el contenido del mismo para el individuo que lo usa, significado que dependerá de la

relación que se establezca entre ambos en función de las características de uno y otro, y de las circunstancias en las que se produzca.

La segunda función de la popularización consiste en dejar constancia de su naturaleza interpretativa, haciendo consciente al público de la dimensión real de esta actividad con relación a la ciencia, así como de las peculiaridades de los distintos rasgos culturales que constituyen la cultura científica. Lo que en la metáfora del plano viene a significar la necesidad de instruir al público sobre la manera de acceder a la información que encierra y cómo interpretarla –teniendo en cuenta las 'reglas cartográficas' que han guiado su elaboración–, para posibilitar su aplicación a la realidad.

Ambas funciones, facilitarán al público la comprensión de la realidad científica sólo si se considera la interacción comunicativa, entre el público y los contenidos, de forma bilateral, o multilateral –como un flujo de información en más de un sentido–, lo que supone tener en cuenta las disposiciones previas del público, es decir sus representaciones, prácticas, y valores vinculados a la ciencia. Para ello es necesario trascender el esquema unidireccional derivado de una interpretación estricta del modelo del déficit. Un modelo que junto a la interpretación de la popularización como mera traducción, restringe el papel de la popularización a una función educativa llevada a cabo fuera del ámbito de la educación, olvidando los nuevos fines comunicativos y, por lo tanto, la nueva relación que introduce la tarea recontextualizadora entre la ciencia y sus receptores. En definitiva, la popularización introduce un nuevo estatus epistemológico distinto al de la ciencia, y es ese estatus el que debe guiar la práctica popularizadora, sin la pretensión de hacerlo coincidir con el estatus propio de la ciencia.

Como hemos expuesto, la superación de este modelo implica la consideración de la capacidad cognitiva del público, de sus conocimientos, creencias y actitudes previas, de sus intereses y demandas, y de la lógica propia del sentido común. La contextualización y la recontextualización deben efectuarse a sabiendas de que estas disposiciones previas del público interaccionarán con los contenidos divulgados y determinarán la relación especial que se establezca entre el público y esos contenidos.

La realización de las dos funciones asignadas a la popularización implica la articulación de una estrategia comunicativa que supera con creces los mecanismos propios de la popularización. Esta propuesta, que tiene como referencia una interpretación concreta de la cultura científica, requiere la

implicación de un entorno global que incluya a la sociedad en su conjunto y a sus instituciones. El nombre que asignamos a tal estrategia es el de 'comunicación pública de la ciencia'.

Entendemos la comunicación pública de la ciencia como una estrategia comunicativa dirigida a ampliar la alfabetización científica del público propiciando su comprensión de la cultura científica mediante la transmisión de una serie de rasgos culturales –así como su adquisición de algunos de estos rasgos– que constituyen dicha cultura. El medio primordial de transmisión de dichos rasgos será la popularización de la ciencia, con las funciones descritas, pero integrada en una red de comunicación dotada de los mecanismos necesarios para articular conexiones entre los diferentes elementos que la constituyan.[174]

Podemos situar el germen teórico de la comunicación pública de la ciencia así entendida, en la estrategia que propone Philippe Roqueplo tras llegar a la conclusión de la ineluctabilidad de los efectos derivados de la popularización.[175] Él sugiere articular "... la popularización científica con otros aparatos de difusión del saber y de la cultura: en la emergencia con el aparato escolar y con los que corresponden a la formación permanente y a la acción cultural" (Roqueplo, 144).

En primer lugar, la estrategia global pasa por la coordinación entre las estructuras educativas de la sociedad y la propia popularización, ya que es en el sistema educativo donde se sientan las bases

---

[174] En nuestra definición de 'comunicación pública de la ciencia' intervienen una serie de términos –'alfabetización científica', 'comprensión pública de la ciencia', 'popularización'- cuyos significados se encuentran interconectados mediante la noción de 'cultura científica'. Así, al ofrecer una caracterización propia de esta última, todos ellos adquieren una significación que difiere en mayor o en menor medida –dependiendo del término en cuestión- de la de otras definiciones propuestas en la literatura sobre el tema, como las que presentan, a modo de resumen, Burns, O'Connor, y Stocklmayer, por ser a su juicio las más aceptadas. Además, estos autores ofrecen su propia definición de los términos 'conciencia pública de la ciencia', 'comprensión pública de la ciencia', 'alfabetización científica', y 'cultura científica', y los asocian con una serie de objetivos o de respuestas por parte del público: conciencia de la ciencia; disfrute u otra respuesta afectiva hacia la ciencia; interés en la ciencia; formación, confirmación, o reforma de las opiniones o actitudes relacionadas con la ciencia; y comprensión de la ciencia. A su vez, este conjunto de objetivos o respuestas constituiría el propósito de la comunicación de la ciencia, que quedaría definida de la siguiente manera: la utilización de las habilidades, los medios de comunicación, el diálogo, y las actividades, adecuadas para producir una o más de las respuestas personales hacia la ciencia mencionadas anteriormente (Burns, O'Connor, y Stocklmayer, 187).

[175] Según este autor, la popularización –en su propósito de hacer partícipe al público del saber objetivo- sólo puede aspirar, a transmitir representaciones sociales de la ciencia que condicionan la realidad de los individuos y de sus comportamientos, y que consolidan las implicaciones de los efectos de la popularización (el efecto vitrina y el mistificador), debido al carácter unilateral y a-práctico de su discurso/espectáculo. No se produce una auténtica transmisión del saber, ya que ésta exige la colaboración de una expresión lingüística y de una manipulación, en el ejercicio de una práctica científica efectiva. Así, el público asume su papel de espectador ante la autoridad de los detentadores del saber, y siendo el saber objetivo una fuente de poder para justificar la toma de decisiones que afectan a toda la sociedad, parece inevitable emprender una estrategia que facilite un reparto verdadero y generalizado del saber.

mínimas necesarias para poder asimilar cualquier tipo de información relacionada con la ciencia. Mediante la educación se establecen los mecanismos de recepción adecuados para entender la lógica propia del razonamiento científico en contraste con la lógica propia del sentido común. Es tarea de la educación adaptar y armonizar los prejuicios de una mente pre-científica con la lógica científica, de forma que aquellos no constituyan un obstáculo epistemológico para la compresión de contenidos científicos.[176] En este sentido, J. I. Pozo y M. A. Gómez Crespo afirman que "para que los alumnos logren no ya pensar como científicos sino siquiera comprender como interpretan el mundo los científicos, es preciso ayudarles a construir nuevas estructuras mentales que no forman parte del repertorio cognitivo natural del ser humano, sino que son un producto histórico y cultural..." (Pozo Municio y Gómez Crespo, 134). Roqueplo menciona dos objetivos principales que, a su juicio, se deben cumplir en la época escolar en el área de ciencias, en primer lugar, introducir una representación integrada de las ciencias y, en segundo lugar, mostrar una visión evolutiva de la ciencia como productora de verdades sujetas al devenir del propio desarrollo de la ciencia.

Los estudios de percepción pública de la ciencia constituyen otro de los mecanismos que deben integrarse dentro de la configuración de la comunicación pública de la ciencia, dado que son una herramienta indispensable a la hora de establecer un *feedback* con el público. Los resultados obtenidos hasta el momento y las nuevas propuestas que tratan de ampliar su campo de acción y de superar sus posibles limitaciones, ponen de manifiesto la importancia de cuantificar –cada vez con mayor rigor– el interés, los conocimientos, y las actitudes del público, como vimos en el cuarto capítulo de este trabajo. La incorporación regular de la información obtenida mediante dichos estudios al diseño de las diferentes estrategias de popularización, debería ser una práctica habitual con el fin de avanzar en la dirección correcta y de evitar repetir errores del pasado. Sin embargo, no basta únicamente con este tipo de aproximación al público, por ello Roqueplo propone definir lo que él denomina *Acción Científica*, un dominio concreto vinculado a dispositivos de animación científica que aseguren una comunicación práctica y bilateral, y en el que el público entre en contacto directo con la realidad científica. La animación

[176] En su libro *La formación del espíritu científico,* Gaston Bachelard realiza un estudio sobre los obstáculos epistemológicos que tiene que superar una mente pre-científica para constituir una mentalidad científica. Si bien, el conocimiento pre-científico no equivale a conocimiento vulgar, ambos están fuertemente vinculados, de manera que se podría establecer cierto paralelismo entre los obstáculos epistemológicos que ha tenido que superar la mente humana para constituir el pensamiento científico, y los que tiene que superar un individuo carente de toda formación científica en su proceso de adquisición de conocimiento científico.

científica integra instancias y prácticas de distinto perfil, clasificadas en cuatro grupos: a) museos, exposiciones, conferencias, y proyecciones audiovisuales comentadas, b) clubes científicos, c) experiencias que pongan en contacto a los científicos y el público de forma que se establezca una relación directa, y sin intermediarios entre ambos, y d) fomento del acceso del público a los lugares de producción de ciencia. Estos dispositivos de animación científica dan lugar a la aparición en escena del animador científico, cuyo rol "...no es, como el del popularizador, el de servir de intermediario entre dos mundos supuestamente incomunicables. Consiste en organizar la comunicación directa" (Roqueplo, 157).

Además, la comunicación pública de la ciencia debe proveer mecanismos que permitan al público adquirir cultura científica en situaciones cotidianas a través de la experiencia diaria de cada uno con el ambiente que le rodea, iniciando para ello procesos de comunicación bilaterales y prácticos a los que Roqueplo denomina situaciones de divulgación. Un componente fundamental de estas situaciones es el hecho de aprovechar la relación directa con eventos científicos cotidianos por ser más propensos a captar el interés del público. A todo ello habría que añadir los nuevos tipos de prácticas dirigidas a fomentar la participación pública en cuestiones relacionadas con la toma de decisiones políticas sobre ciencia y tecnología, algunas de las cuales ya han sido mencionadas a lo largo de este trabajo.

La noción de la *comunicación pública de la ciencia* que planteamos aquí se refiere a una estrategia global de comunicación que posibilite la realización de las funciones de la popularización con vistas a avanzar hacia la consecución de la alfabetización científica que hemos propuesto. El escenario de la comunicación pública de la ciencia ofrece un contexto de comunicación que facilita el acercamiento del público a la realidad científica, mediante conexiones unidireccionales, bidireccionales y multidireccionales, y prácticas entre la ciencia y la realidad en la que está inserto cada individuo. Además, en virtud de nuestra interpretación de la popularización científica como la elaboración de un 'plano' de la realidad de la ciencia, el público podrá adoptar una posición fundada sobre las diferentes opciones que plantea –o puede plantear en un futuro– el desarrollo de la ciencia, sin tener que delegar su capacidad de decisión, a través de un acto de fe, en aquellas personas que detentan en exclusiva el saber, y sin necesidad de poseer los mismos conocimientos que ellos.

Además, desde la epistemología de la comunicación pública de la ciencia que presentamos en este trabajo, concebimos las aproximaciones a la comprensión pública de la ciencia fundadas en el modelo del

déficit y en el modelo contextual, no como excluyentes sino como complementarias, como ya hemos expuesto anteriormente.

La definición de 'cultura científica' que proponemos, aspira a servir de fundamento y de elemento integrador de las nociones de *comprensión* y de *comunicación pública de la ciencia* que hemos caracterizado anteriormente. Dicha definición parte, a su vez, de la definición genérica de cultura planteada por Jesús Mosterín, según la cual "cultura es la información transmitida (entre animales de la misma especie) por aprendizaje social" (Mosterín, 32). Ésta información puede ser de tres tipos: representacional o descriptiva, práctica u operacional, y valorativa. La información representacional puede ser verdadera o falsa y es información sobre las características y propiedades del mundo, e incluye representaciones, creencias, imágenes, símbolos, y conocimientos –de carácter individual o colectivo– acerca del mundo natural o social. La información práctica puede ser eficaz o ineficaz y es información acerca de cómo hay que actuar, e incluye reglas o normas de comportamiento y acción que se pueden materializar en diversos tipos de habilidades, hábitos y pautas efectivas de actuación. La información valorativa es información acerca de qué estados de cosas son preferibles, convenientes, o valiosos. Dicho de otra forma, información que configura sistemas de preferencias individuales o sociales, que incluyen fines –objetos o estados de cosas que se consideran dignos de ser conseguidos– y valores –criterios en virtud de los cuales se justifican los fines (Quintanilla 1998; Quintanilla 2005, 247; Quintanilla 2009; Mosterín, 131).

La cultura científica es una modalidad de cultura en la que los tres tipos de información mencionados se refieren a rasgos culturales –representaciones, conocimientos, creencias, prácticas, normas, pautas de comportamiento, reglas, sistemas de preferencias, valores, etc.– cuyos contenidos están relacionados con la ciencia. Pero no se restringe únicamente a aquellos de estos rasgos que forman parte de la cultura profesional de los científicos, sino que también incluye aquellos que, teniendo que ver con la actividad y el conocimiento científicos, constituyen la cultura de cualquier individuo o grupo de individuos, y conforman la imagen pública de la ciencia y la relación que los individuos y la sociedad establecen con ella. Es en este sentido en el que –trasladando al terreno de la ciencia la distinción introducida por Miguel Ángel Quintanilla en el ámbito de la tecnología– diferenciamos dos niveles de cultura científica: intrínseca y extrínseca (Montañés 2005; Quintanilla 1998; Quintanilla 2009).

- Cultura científica intrínseca: Es la cultura que forma parte de las actividades científicas propiamente dichas. En este caso la información descriptiva o representacional consiste en los conocimientos científicos pertenecientes a cada una de las áreas y campos de investigación, desde los simples datos hasta las teorías sometidas a debate entre los científicos, así como los hechos descubiertos por estos, las interpretaciones y explicaciones científicas de los fenómenos naturales o sociales, etc. La información práctica vendría dada por distintas técnicas y habilidades propias de la ciencia –matemáticas, estadística, etc.–, por las normas del método científico, por las reglas de actuación en la investigación empírica y en la comunicación científica de los resultados de la investigación, etc. Y la información valorativa incluye los valores que se supone deben guiar la investigación y la actividad científica en general: la objetividad, la coherencia, la precisión, honestidad intelectual, etc.

- Cultura científica extrínseca: Se trata de todos aquellos componentes representacionales (creencias), prácticos (normas), y valorativos (valores) que se refieren a actividades, instituciones, y personas científicas pero que no son parte de la cultura científica intrínseca. La regulación jurídica de las instituciones científicas, las representaciones de la ciencia de carácter individual, y de carácter colectivo –como las ofrecidas por disciplinas como la filosofía, la historia, la sociología, la política, la economía, etc.–, los diferentes usos que los individuos hacen de la información científica –incluidas también aquellas prácticas que forman parte de iniciativas relacionadas con la percepción, la comprensión, la comunicación pública de la ciencia, así como con la promoción de la participación ciudadana en actividades vinculadas a la ciencia–, las valoraciones de la ciencia desde el punto de vista cultural, moral, político, religioso, económico, etc.

Esta noción de *cultura científica*, entendida como principio vertebrador de la comprensión y de la comunicación pública de la ciencia, acota el tipo de información que está en juego cuando nos referimos a ambas actividades. La distinción entre los rasgos culturales intrínsecos a la ciencia y los extrínsecos, proporciona un marco de observación de los vínculos y de las interrelaciones que se establecen entre ellos, y posibilita avanzar hacia la superación de los obstáculos que el modelo del déficit y el modelo

contextual plantean como posturas enfrentadas. Permite, por lo tanto, entre otras cosas, conjugar aquellos aspectos –o rasgos culturales– que ambos modelos privilegian en sus respectivas concepciones de la comunicación y de la comprensión pública de la ciencia, integrando así, por un lado, los elementos institucionales y la perspectiva propia del ciudadano –reivindicados por el modelo contextual–, y ampliando, por otro lado, la noción ingenua de confianza que ofrece este último modelo, sustentándola en la transmisión necesaria de los rasgos culturales propios de la cultura científica intrínseca.[177]

---

[177] Otros autores han planteado propuestas que involucran, en mayor o en menor medida, la noción de *cultura científica*. En 2003, T.W. Burns, D.J. O´Connor, y S.M. Stocklmayer, presentaron una definición de la comunicación de la ciencia –ver nota 174-, en la que intervenía dicha noción. En este caso la caracterizaban como una especie de actitud social favorable: "un entorno que afecta a toda la sociedad, en el que se aprecia y apoya a la ciencia y a la alfabetización científica. Posee importantes aspectos sociales y estéticos (afectivos)". Por otro lado, en el año 2000, Benoit Godin e Yves Gingras propusieron una noción más compleja y elaborada de cultura científica y tecnológica (C&T), constituida por dos dimensiones, una individual y otra social. Estos autores ofrecen una definición de la cultura científica y tecnológica según la cual ésta sería '*la expresión de todos los modos a través de los cuales, los individuos y la sociedad se apropian de la ciencia y de la tecnología"*. Dentro de la dimensión individual distinguen entre la que es propia de los miembros de la comunidad científica y la del ciudadano medio, y advierten que la cultura C&T de un individuo dependerá, en principio, de su rol o posición social. Y aunque subrayan que no desean limitar el conocimiento del individuo según su estatus social particular, consideran que debería evaluarse la cultura C&T de un individuo de acuerdo al contexto social que le es propio, y al significado particular, de dicha cultura, que pueda juzgarse como el más adecuado en cada caso –ya se trate de funcionarios del gobierno, directivos de empresas e industriales, obreros, profesores, padres, ciudadanos corrientes, etc. Afirman que la dimensión individual no describe adecuadamente, por sí sola, los esfuerzos de la sociedad por apropiarse de la ciencia y la tecnología, de modo que es necesario recurrir también a la dimensión social o colectiva de la cultura C&T. Una dimensión constituida por las actividades desarrolladas por diferentes instituciones que serían consecuencia de la necesidad de hacer frente a diversos problemas vinculados a la apropiación de la ciencia, de manera que los individuos forman grupos organizados con objetivos bien definidos y trazan acciones colectivas. A juicio de los autores, la ausencia o la presencia de estas actividades pone de manifiesto un mayor o menor grado de apropiación colectiva o un mayor o menor grado de inversión en cultura científico tecnológica. Distinguen tres modos de apropiación de la ciencia y la tecnología, por parte de la sociedad: *aprendizaje*, *implicación*, y *socio-organizacional*. El primero engloba una serie de canales a través de los cuales los individuos adquieren los conocimientos, habilidades, representaciones, actitudes y valores necesarios para participar en el sistema de ciencia y tecnología, y para funcionar en un entorno permeado por la ciencia y la tecnología. Incluye instituciones de enseñanza, pero también modos de aprendizaje menos formal, como cursos de formación en el trabajo, actividades de tiempo libre y autodidactas, y relaciones interpersonales con la familia y amigos. El segundo, que es un puente entre los otros dos, reúne las acciones mediante las que tanto los individuos como los grupos aplican los atributos adquiridos en el modo anterior a un ámbito diferente al de su actividad profesional habitual –como sería el caso de un investigador que se implica en tareas de divulgación. Pero no sólo los especialistas y científicos participan en este tipo de actividades, en ciertas ocasiones los ciudadanos también se implican en controversias y debates públicos relacionados con la ciencia y la tecnología. El tercer modo de apropiación, que involucra grupos, es considerado por los autores como la base del proceso de aculturación científica, y afirman que para entender la cultura de los individuos se debe entender cultura de la sociedad que les rodea y sus diversas instituciones. Incluye dos principales grupos de instituciones. El primero atañe directamente al sistema tecnocientífico y reúne aquellas instituciones implicadas en las actividades tecnológicas y científicas en el seno de una determinada sociedad –dedicadas a la investigación, al desarrollo y a la producción de tecnología, a la difusión y aplicación de la ciencia y la tecnología, y a la comunicación. Las instituciones del segundo grupo tienen una función reflexiva y actúan sobre el primer grupo o sobre alguno de sus componentes –dedicadas a la formación, la investigación, y la información en ciencia y tecnología, al apoyo a la ciencia y la tecnología, y a la regulación y coordinación de la ciencia y la tecnología. Por último, también proponen una serie de indicadores dirigidos a evaluar la expansión de la cultura C&T en la sociedad.
A nuestro juicio, la propuesta de Godin y Gingras no es incompatible con la nuestra, a pesar de que en ambas se manejan nociones distintas de la cultura C&T. Ellos la conciben principalmente desde una perspectiva estructural, es decir, como buena parte de las condiciones de posibilidad –modos de apropiación, estructura institucional- que darían lugar al conjunto de

Consideramos que el éxito de las actividades dirigidas a promover la comprensión pública de la ciencia requiere inevitablemente que el público comprenda algunos de los rasgos culturales de la cultura científica intrínseca pero, insistimos, no del mismo modo como deben comprenderlos los científicos profesionales en el desempeño de su trabajo, sino tamizados por el filtro de la popularización científica mediante las tareas que le hemos asignado. Además, en su labor el comunicador tiene que recurrir necesariamente a algunos de los rasgos de la cultura científica extrínseca, tanto en el proceso de contextualización como en el de recontextualización, y también en su tarea de hacer ver al público el tipo de significación que tiene el discurso popularizado respecto al discurso científico original. Los rasgos culturales de la cultura extrínseca serán mostrados explícita o implícitamente, dependiendo del propósito del popularizador en cada caso, tanto si pretende apoyarse en ellos para ilustrar los rasgos de la cultura intrínseca a transmitir, o si quiere hacer patente su posible carencia de fundamento.

Puede ocurrir que una representación que forma parte de la cultura extrínseca sea errónea cuando se da el caso de que el individuo que la sustenta considera que se corresponde con uno de los componentes de la cultura intrínseca sin que sea así realmente –y no se dé la posibilidad de que lo sea por no existir controversia al respecto en el seno de la comunidad científica–, sino que se trata de una equivocación debida a distintas causas, como puede ser una interpretación sesgada, mítica, o carente de fundamento científico, etc. En este tipo de situaciones una de las labores del popularizador consiste en tratar de poner de manifiesto el error, aclarar en qué diverge dicha interpretación con la realidad, y ofrecer una representación que sí se corresponda con ella. En este sentido se puede afirmar que la cultura intrínseca facilita el marco de referencia respecto al que valorar algunos de los componentes de la cultura extrínseca, aunque no todos. Esto significa que no todos los rasgos culturales de la cultura científica extrínseca tienen el mismo grado de legitimidad, y que cualquier representación que se incluya en ella no está en pie de igualdad –con otros componentes de esta cultura y de la intrínseca– a la hora de entablar un posible diálogo en el que se promueva la participación del público. Ante este tipo de situaciones no sólo hay que tener en cuenta la distinta naturaleza del estatus epistemológico que poseen los rasgos culturales de la cultura intrínseca y los de la cultura extrínseca, sino que estamos hablando de la validez o

---

contenidos o rasgos culturales –información que se genera y que se distribuye en la sociedad como consecuencia de la existencia de dicha estructura- que constituyen la cultura C&T tal y como la entendemos nosotros. Por otro lado, nuestro planteamiento no sólo toma en consideración la información vinculada a la dimensión individual de la cultura C&T, sino que también incluye el tipo de información referida a la segunda dimensión –social- que ellos distinguen (Burns, O´Connor, y Stocklmayer, 190; Godin y Gingras, 44).

no de algunos de estos últimos, con el fin de descartar su posible uso a la hora de establecer debates públicos relacionados con la ciencia. De este modo, no todas las representaciones públicas de la ciencia insertas en contextos locales reúnen las condiciones necesarias para ser tomadas en consideración en dichos debates. Por ello no siempre es posible admitir que la participación pública en debates relacionados con la ciencia se funde en una noción de comprensión pública que asuma que todos los interlocutores –expertos o no– están en igualdad de condiciones respecto a la información que hay en juego en el debate. Precisamente, una de las funciones de la popularización será explicar las razones por las que aquellas representaciones deben desestimarse en los debates públicos. Por lo tanto, consideramos que la comunicación pública de la ciencia no puede renunciar a su propósito pedagógico, sin que esto signifique que sea su único propósito, ni siquiera el más relevante, pero la comunicación no puede limitarse a ser una mera conversación informal con el público, como proponen algunos partidarios del modelo contextual, porque de esa manera el acceso del público a la cultura intrínseca se enfrentaría a barreras difíciles de franquear y su percepción de los rasgos culturales de la cultura extrínseca se vería limitada por la perdida del marco de referencia que proporciona la cultura intrínseca para valorar algunos de los componentes de la primera.

A su vez, algunos de los rasgos culturales de la cultura extrínseca, como la información institucional, la percepción de la ciencia en contextos locales, los procesos de participación, los distintos usos o prácticas que vinculan al público con la ciencia etc., servirán de marco de referencia que facilite la contextualización de la información representacional, práctica, y valorativa de la cultura intrínseca.

En este sentido no podemos decir que nuestro planteamiento no implica, en cierta medida, una transmisión unidireccional y vertical de la información, puesto que algunos de los rasgos culturales de la cultura intrínseca serán transmitidos inevitablemente en esas condiciones, aunque esto no sucederá en el caso de todos los rasgos culturales , ya sean intrínsecos o extrínsecos, puesto que esta propuesta también contempla la interacción bidireccional, multidireccional, y horizontal entre los diferentes agentes que participan en el proceso comunicativo. De hecho, los agentes transmisores –científicos o popularizadores– de los rasgos de la cultura intrínseca se convertirán en muchas ocasiones en interlocutores de diálogos transversales, y también en receptores de transmisiones verticales y unidireccionales –en las que los transmisores serán expertos en materias distintas a las suyas, no sólo de áreas de naturaleza científica, sino también en contenidos históricos, sociológicos, políticos, educativos,

filosóficos, comunicativos etc.–, en los que esté en juego información perteneciente a la cultura extrínseca.

La definición de la cultura intrínseca previene a este planteamiento de la crítica que los partidarios del modelo contextual dirigían al modelo del déficit cuando le acusaban de presentar la ciencia como un cuerpo de conocimientos consolidado, bien definido, y no problemático. Así, la información representacional de la cultura intrínseca incluye también aquellas teorías que están siendo sometidas a debate en el seno de la comunidad científica y sobre las que todavía no existe un acuerdo generalizado. Así mismo la información práctica incluye los procesos mediante los cuales la comunidad científica otorga legitimidad al conocimiento científico. Por lo tanto, desde nuestro enfoque compartimos la distinción realizada por Leon E. Trachtman entre conocimiento científico e información científica, y consideramos necesario presentarla de forma adecuada mediante la popularización.[178] Por otro lado, el hecho de que la cultura extrínseca incluya las conexiones institucionales que caracterizan a la ciencia, y los contextos particulares –culturales y sociales– con los que ésta entra en contacto, contribuye a que se tenga en cuenta cómo afecta la ciencia a la vida cotidiana de los individuos, y a enfatizar que el conocimiento científico no es recibido y asimilado por el público de forma impersonal, sino dentro de un contexto determinado por ciertas representaciones, prácticas, y valores. De modo que esta propuesta no sólo considera relevantes los conocimientos científicos que posee el público, sino también otros factores que contribuyen a tener una imagen más completa del público con relación a la ciencia.

Los estudios de percepción pública de la ciencia y los análisis de contenido, de carácter cuantitativo, así como otros estudios de carácter cualitativo como los análisis de casos, servirán para identificar la presencia de los diferentes rasgos culturales no sólo entre los individuos particulares, sino también en distintos discursos que se refieren a la ciencia y que están presentes en la sociedad: medios de comunicación, política, religión, ideologías, libros de texto de educación primaria y secundaria, etc. La puesta en práctica de las posibilidades que ofrecen estas herramientas facilitará el estudio de la interrelación y de la influencia mutua que existe entre la cultura intrínseca y la extrínseca. De este modo se podría analizar, por ejemplo, cómo afecta la cultura extrínseca de un individuo a su comprensión de la cultura intrínseca, o en qué medida la falta de comprensión de ésta contribuye a generar una cultura

[178] Ver nota 163.

extrínseca más proclive a la superstición, o a generar escepticismo y temor respecto a la ciencia, etc. Todo ello requiere el diseño de nuevas baterías de indicadores que complementen y mejoren los ya existentes. A lo largo de este trabajo hemos visto cómo durante las tres últimas décadas los indicadores de percepción pública de la ciencia han adquirido la estabilidad necesaria para ofrecer cierto tipo de información significativa –principalmente en Estados Unidos. Aunque las cuantificaciones tradicionales enfatizan fundamentalmente la medición periódica de una noción particular de alfabetización científica, lo cierto es que los estudios de percepción incluyen una gran variedad de preguntas que van más allá dicha noción, como las que constituyen dos de sus tres bloques temáticos –el primero y el tercero. Sin embargo no tienen en cuenta muchos de los componentes de la cultura científica que consideramos imprescindibles para evaluar y orientar la percepción pública de la ciencia.

Como ya hemos adelantado al principio de este apartado, la distinción de dos niveles en el seno de la cultura científica, con sus respectivos rasgos culturales, no significa que el objetivo último de la comunicación pública de la ciencia o de la popularización sea la transmisión de la totalidad de los mismos. Por lo que respecta a aquellos que pertenecen a la cultura intrínseca, no será difícil admitir este punto, tanto por la enorme cantidad de información representacional, práctica, y valorativa que incluye, como por la dificultad de algunos de sus rasgos culturales –cuya comprensión exige el adiestramiento propio de la educación formal y de la práctica profesional– y por el nivel de abstracción que requieren en algunas ocasiones, tan alejado de las preocupaciones de buena parte del público. En cuanto a los que pertenecen a la cultura extrínseca, el comunicador o el popularizador deberá recurrir de forma explícita principalmente a aquellos que contribuyan a contextualizar, a recontextualizar, y a hacer consciente al público del posible carácter interpretativo del discurso popularizador. Como ya hemos apuntado en parte, se deberán presentar de forma implícita –lo que no significa que no se puedan hacer explícitas– aquellas representaciones, prácticas, y valores que se encuentran presentes en la cultura extrínseca y que pueden conducir a la defensa de posiciones contrarias a las transmitidas por el comunicador, sustentadas en la ignorancia, en supersticiones, o en interpretaciones maledicentes, interesadas, y opuestas a la ciencia. Aquellas otras posiciones que pueden implicar algún tipo de fricción con la información transmitida por el comunicador, pero que están respaldadas por una parte no marginal de la comunidad científica –como puede suceder en el caso de una controversia científica que no ha sido clausurada todavía en el seno de la comunidad–, no se engloban dentro de la cultura representacional extrínseca, sino de la intrínseca, por

lo que estaríamos ante un caso particular de la distinción entre información científica y conocimiento científico.

Una mayor comprensión de la cultura científica, intrínseca y extrínseca, por parte del público supondrá un mayor nivel de alfabetización científica. Una comprensión de la información relativa a los rasgos culturales de ambos niveles, por un lado, y de la posición que ocupan estos dentro de la cultura científica, por otro. Por lo tanto la alfabetización científica de un individuo no se limita a la comprensión de la cultura intrínseca, y depende también del tipo de representaciones extrínsecas que definen su percepción pública, así como de sus prácticas y valores. De este modo, la alfabetización científica de dos personas será distinta –aunque tengan niveles semejantes de comprensión de la cultura intrínseca–, si los componentes de la cultura extrínseca que configuran su percepción de la ciencia difieren lo suficientemente. Por lo tanto, no se trata únicamente de que el público tenga una serie de conocimientos que le permitan comprender la ciencia, sino de un entramado de dichos conocimientos con una serie de prácticas y valores. Esto entronca con la idea de que el propósito de la comprensión pública de la ciencia, y el de la alfabetización científica consecuente, no es el de ser una vía alternativa dirigida a formar ciudadanos que posean las mismas cualidades que los científicos. De este modo, no sólo son estos últimos los que deben valorar el nivel de calidad de la comprensión y de la comunicación pública de la ciencia, sino que esta tarea se amplia a un mayor abanico de expertos, como historiadores, filósofos, sociólogos, comunicadores, etc.

La caracterización general de la alfabetización científica en el marco de la cultura científica no es contradictoria con la posibilidad de definir alfabetizaciones científicas de carácter más específico, relativas a rasgos culturales vinculados a temas concretos, 'que se orienten a las necesidades y problemas personales específicos' –como han sugerido algunos autores–, pero sin perder de vista el marco de referencia descrito, ni las conexiones que existen entre esos rasgos culturales específicos y el resto de rasgos de la cultura científica (Miller, Pardo, y Niwa, 5).

Además, esta noción de *alfabetización científica* no implica un umbral mínimo de conocimientos sino que está más próxima a una medida escalar de la comprensión pública de la ciencia –al igual que la planteada en el segundo de los paradigmas de la comprensión pública de la ciencia que expusimos al

principio de este capítulo. Por ello la participación del público en debates relacionados con la ciencia no está supeditada a la posesión de un determinado nivel de alfabetización.

La evaluación de la alfabetización científica de un individuo se llevará a cabo mediante análisis cuantitativos y cualitativos de su comprensión de la cultura intrínseca y de los rasgos culturales de la cultura extrínseca que configuran su percepción de la ciencia. Este tipo de mediciones nos permitirán también analizar cómo influyen unos rasgos culturales sobre otros, pero no sólo los relativos a la cultura intrínseca sobre los de la cultura extrínseca –en la línea de los numerosos estudios realizados sobre la correlación que se da entre conocimiento científico y actitudes hacia la ciencia–, sino también en sentido contrario, e incluso cómo interaccionan estos últimos entre sí. Por ejemplo, analizar en qué medida afectan las iniciativas de participación del público en actividades relacionadas con la ciencia (incluidas dentro de la información práctica de la cultura extrínseca) sobre sus actitudes, valores, etc., nos dará una idea de la influencia de la cultura extrínseca presente en la sociedad sobre la percepción a nivel individual de los rasgos de esa cultura. Del mismo modo se podría analizar cómo influyen sobre la alfabetización científica, basada en la noción que hemos presentado de cultura científica, cada uno de los tres factores identificados en 1999 como los que influían más positivamente en el nivel alfabetización científica cívica.[179]

Por último, cabe decir que esta propuesta es coherente con los cuatro principios de carácter cualitativo que a juicio de John Ziman intervienen en la relación entre el conocimiento científico y el público: incoherencia, insuficiencia, incredibilidad, e inconsistencia.[180]

En definitiva, el marco teórico que hemos presentado –fundado en una noción particular de la cultura científica–, pretende servir de telón de fondo sobre el que coordinar las distintas actividades relacionadas con la comunicación y la comprensión pública de la ciencia, tal y como las hemos definido. Para ello hemos identificado, a su vez, las funciones que consideramos que debe desempeñar la popularización de la ciencia, y hemos introducido una noción de alfabetización científica amplia, referida a la cultura científica en general, no sólo a aspectos parciales de la misma. En este empeño hemos tenido en cuenta,

---

[179] Recordamos que los tres factores mencionados eran: 1) número de cursos de ciencia de carácter general recibidos en la universidad, 2) uso de fuentes de aprendizaje no formal, y 3) nivel de estudios formales (ver apartado 4.4.).
[180] Ver apartado 5.3.

además, las diferentes conexiones que establece la 'realidad de la ciencia' en su interacción con la sociedad en general y con los individuos del público en particular.

CONCLUSIONES

A lo largo de los cinco capítulos anteriores hemos expuesto algunas de las principales cuestiones que a nuestro juicio han vertebrado y determinado el tema de la comprensión y la comunicación pública de la ciencia durante los dos últimos siglos. Sin duda, sería posible abordar el tema desde otras perspectivas, enfatizando aspectos diferentes de los que han ocupado nuestra presentación. Sin embargo, estamos convencidos de que la situación actual de la comprensión y de la comunicación pública de la ciencia no puede entenderse dejando de lado la mayor parte de los asuntos que han centrado nuestra atención. La ausencia, en la literatura sobre el tema, de estudios que afronten los problemas y las dificultades que le afectan, teniendo en cuenta un panorama global del mismo, ha provocado la ralentización de la aparición de posibles respuestas que supongan alguna novedad.

Mediante el análisis histórico que ha ocupado la primera parte del trabajo hemos identificado los usos que preferentemente se han atribuido a la popularización de la ciencia durante los dos últimos siglos. A lo largo de ese periodo, los responsables –individuales o institucionales– de transmitir la ciencia al público han activado una serie de mecanismos de comunicación con el fin de satisfacer distintos objetivos. En el siglo XIX, buena parte de las motivaciones subyacentes a las iniciativas popularizadoras tenían que ver con la aspiración de lograr una mayor autonomía para la ciencia, y con su consolidación como actividad cultural e institución social. De este modo, aspectos como la reivindicación de la autoridad y del prestigio intelectual de la ciencia, su legitimación como parte del debate cultural, y la búsqueda de reconocimiento y de apoyo público, jugaron un papel muy relevante en el tipo de popularización que se llevaba a cabo. Pero sería injusto, además de erróneo, interpretar el afán por obtener una mejora de la posición de la ciencia y de los científicos en la sociedad como el único estímulo de los popularizadores a la hora de acercarse al público. Al igual que sucedería posteriormente en el siglo XX, estos intereses convivieron también con el empeño denodado de ofrecer al público una mayor ilustración.

La progresiva profesionalización de los científicos, por un lado, y de los periodistas y divulgadores científicos, por otro, los diversos medios y formatos empleados, la heterogeneidad del público, el desarrollo de la política científica, y las reacciones provocadas por las consecuencias de la ciencia, son

algunos de los factores configuradores de los diferentes escenarios que han determinado en cada momento las pautas seguidas en la actividad popularizadora.

Así pues, hemos mostrado cómo durante los dos siglos analizados han surgido y coexistido diversas concepciones de la popularización, estructuradas según fines educativos, informativos, publicitarios, o ligados al entretenimiento. En cada una de ellas se primaba la transmisión de ciertos contenidos o conocimientos científicos: de carácter teórico, práctico y útil, información relacionada con asuntos de interés general, o con la repercusión económica del desarrollo científico, el método de la ciencia, desarrollos técnicos que afectan a la vida cotidiana, etc. Además de lo fines perseguidos y de los diferentes contenidos o conocimientos transmitidos, encontramos también múltiples formas de presentar los beneficios asociados a la ciencia y a su transmisión pública: a) la ciencia entendida como forma de vida o como instrumento de superación y desarrollo personal, es decir, como guía de comportamiento y pensamiento a seguir en cuestiones personales y políticas, más allá de la mera utilidad de sus resultados prácticos, b) equiparación de ciencia y progreso en general, c) importancia para comprender algunos aspectos de la vida cotidiana, d) relevancia como fuente de progreso social, e) importancia del conocimiento científico para la participación en debates de carácter social, político, económico, sanitario, etc.

Una de las prioridades de muchos popularizadores del siglo XIX, y de buena parte del XX, fue tratar de contribuir a que la ciencia fuese reconocida y comprendida por múltiples sectores, como el público en general, la clase política, y los hombres de industria, de manera que pudiese consolidarse su productividad gracias a la financiación procedente del Gobierno y de los patrocinadores privados. Bien entrado el siglo XX, cobró fuerza entre los popularizadores la necesidad de plantearse el problema del control y la responsabilidad social de la ciencia.

Otra de las preocupaciones que más inquietud han generado a lo largo del periodo analizado –vinculada esta vez al ejercicio práctico de la popularización–, es consecuencia de constatar la dificultad que supone alcanzar un equilibrio entre la inteligibilidad, la claridad, la amenidad, el entretenimiento, y el rigor, sin caer en la simplificación, adulteración, o distorsión excesiva de la información transmitida. Lo que ha provocado una falta de consenso sobre la forma más adecuada de transmitir la ciencia al público.

En general, la popularización se ha escenificado teniendo como telón de fondo diversos ciclos de interés de los científicos hacia ella, y diversos niveles de ambivalencia y confianza pública hacia la ciencia y sus consecuencias en un momento u otro.

En virtud de nuestro análisis podemos vislumbrar el predominio de tres periodos que habrían marcado el ejercicio de la popularización durante los dos últimos siglos, sin que ello signifique que sean los únicos, o que hayan transcurrido de forma independiente y sin interferencia entre ellos (por el contrario, podemos hablar de permeabilidad o porosidad entre los mismos) : 1) El primero se caracterizaría por la defensa de la ciencia como una actividad intelectual –frente a otras pretendidas formas de conocimiento, no racionales– suficientemente legitimada como para obtener reconocimiento y financiación, así como por las peticiones a favor de su autogobierno y autonomía. Se vincula la comprensión pública de la ciencia al reconocimiento de los beneficios proporcionados por la ciencia a la sociedad. 2) El segundo tendría como fundamento la identificación de la ciencia con la democracia, de modo que se vincula la comprensión pública con la libertad, el bienestar, y el futuro de la sociedad democrática. 3) El tercero primaría la necesidad de justificar la ciencia ante los posibles riesgos que puede acarrear. Plantea la confrontación entre el derecho de la sociedad de controlar y comprender la investigación científica, y el derecho de los científicos de marcar las pautas de sus investigaciones. Gira en torno a cuestiones relacionadas con la política científica, y se vincula la comprensión pública con el control de la ciencia por parte de los ciudadanos.

En la segunda parte del trabajo nos hemos propuesto realizar una clarificación conceptual de las principales nociones involucradas en el campo de acción que nos ocupa, con el propósito de presentar posteriormente un marco teórico bien definido y justificado. Las actividades designadas por dos de esas nociones –*el periodismo científico* y *la divulgación científica*– juegan un papel muy importante tanto en el ámbito de la comunicación como en el de la comprensión pública de la ciencia. En el tercer capítulo hemos expuesto las características que delimitan la naturaleza de cada una, aunque nos hemos centrado de un modo especial en los rasgos propios del periodismo científico, con el doble objetivo de definir dicha actividad y, como consecuencia, enfatizar las diferencias que existen entre ella y la divulgación científica. Ambas prácticas comparten muchas similitudes –por lo que pueden agruparse bajo el término genérico de *popularización científica*–, sin embargo creemos necesario subrayar las particularidades de una y otra con el fin de obtener el máximo rendimiento de su puesta en práctica, presentar las competencias que

resulta legítimo atribuirles, y delinear los resultados que cabe esperar de ellas. El análisis de los géneros periodísticos, del tipo de narración habitual en la popularización, de las normas que regulan el uso de estas formas narrativas, y de las fuentes de información, contribuye a dilucidar la impronta que estas actividades dejan en la imagen de la ciencia trasmitida al público.

Otro factor que puede ayudar a mejorar la popularización de la ciencia es el estudio de los rasgos que explican la relación y las conexiones existentes entre científicos y periodistas. De dicho estudio se derivan algunas conclusiones que pueden servir para mejorar esa relación, de tal forma que se transmita una imagen de la ciencia que aúne los intereses de ambos grupos en beneficio del público. En el ámbito de la popularización, por encima de la defensa y del reconocimiento de esos posibles intereses enfrentados, debe prevalecer el interés del público. La toma de conciencia sobre la naturaleza de las causas que dificultan la colaboración, representa un primer paso para minimizar sus efectos y para superar los obstáculos que la entorpecen y la deterioran. En este sentido, hemos presentado algunos estudios que ilustran la posición de los científicos ante la popularización, y de los que se puede concluir, entre otras cosas, la necesidad de seguir perfeccionando el diseño de los mismos para obtener resultados más fiables a largo plazo.

También hemos puesto de manifiesto las limitaciones inherentes a la naturaleza del periodismo científico, dado que consideramos que su análisis es de suma importancia para comprender cuál debe ser la función y el alcance de dicha actividad. El conocimiento de las características propias de la imagen de la ciencia que el periodismo está en disposición de transmitir, constituye una referencia útil para valorar la adecuación de sus representaciones particulares. Por tanto, el propósito de ajustarlas con el mayor grado de fidelidad posible al conocimiento científico, deberá ir acompañado de la consideración de las limitaciones estudiadas. Se trata de un conocimiento a tener en cuenta tanto por los periodistas como por los científicos, para que su colaboración se realice a sabiendas del margen de acción que permite la práctica del periodismo científico, y se minimicen las posibles fricciones entre ambos grupos.

La importancia de caracterizar el modo como el periodismo científico lleva a cabo la tarea de “poner la ciencia a disposición del público”, estriba en la necesidad de diferenciarlo de otras actividades mediante las que también se facilita el contacto entre ciencia y público. Por lo tanto, mediante la presentación de sus ventajas y limitaciones hemos pretendido acotar su función dentro del extenso campo de la comunicación pública de la ciencia, con el fin último de articular los diversos elementos que la integran de la forma más eficiente posible.

En otro de los apartados de este capítulo hemos tratado de analizar cómo afectan las transformaciones derivadas del uso de lenguaje, empleado en la popularización, a la imagen que se transmite de la ciencia, así como las posibles consecuencias problemáticas de dicho uso. A diferencia de lo que se ha afirmado en algunas ocasiones, los problemas relacionados con esta cuestión van más allá de la mera traducción de un lenguaje a otro. En este sentido hemos introducido las nociones de *contextualización* y *recontextualización*, relativas a la transformación del discurso científico original mediante la elaboración del discurso popularizador. Ambas representan fases en las que se incorporan conceptos vinculados a la ciencia pero que no necesariamente son empleados en los círculos de generación de conocimiento científico.

Partiendo de la exposición de las principales razones esgrimidas en defensa de la comprensión pública de la ciencia –de acuerdo con los beneficios que produce–, hemos presentado una serie de categorías en virtud de la función que la popularización desempeña en cada una de ellas. Se establece así una relación directa entre los beneficios de la comprensión pública de la ciencia y las funciones que debe desempeñar la popularización, dado que dependiendo de los beneficios a los que se aspire, prevalecerá una función u otra, y se determinarán los contenidos que deben ser puestos a disposición del público para que éste sea considerado alfabetizado científicamente. Por lo tanto, la elección de los contenidos a transmitir está condicionada por las funciones de la popularización, y la designación de éstas vendrá dada, a su vez, por una determinada concepción de la alfabetización científica y por los objetivos que se quieran obtener con ella. Dichos objetivos se encuentran vinculados a los beneficios producidos por la comprensión pública de la ciencia, y serán los que definan las distintas posiciones respecto a la concepción de la alfabetización científica.

La noción de *alfabetización científica* ha sido abordada desde diversas perspectivas en la literatura sobre el tema. Aquí hemos hecho un recorrido por las definiciones que consideramos más representativas, identificándolas posteriormente con los beneficios de la comprensión pública de la ciencia, y con los objetivos y las funciones de la popularización subyacentes a las mismas.

Las diferentes formas de entender la alfabetización científica –y, por ende, los objetivos implícitos en ellas– condicionan las funciones a desempeñar por la popularización y, por lo tanto, los contenidos que ésta debe ofrecer. Así pues, la eficiencia de dichas funciones dependerá del mayor o menor grado de precisión con el que se transmita la imagen de la realidad científica que esté en consonancia con la noción de *alfabetización científica* en juego.

En la primera parte del cuarto capítulo, dedicado a los estudios de percepción y comprensión pública de la ciencia, hemos expuesto el proceso histórico de gestación y desarrollo que ha dado lugar a su configuración y estructura actual, además de los distintos intereses que han prevalecido en las distintas fases del mismo. En una segunda parte hemos reunido los principales resultados obtenidos en las encuestas más relevantes de Estados Unidos y Europa, y posteriormente hemos puesto de relieve una serie de características y conclusiones relativas a la noción de *alfabetización científica* presente en este tipo de estudios. Nuestra pretensión ha sido ofrecer una perspectiva global de la estrategia diseñada a lo largo de las últimas décadas para analizar y mejorar las relaciones entre ciencia y público, así como los frutos derivados de ella. La relevancia de las conclusiones sobre la alfabetización científica cívica, extraídas de los estudios de percepción, radica en que son, entre otros, uno de los elementos de juicio que pueden guiar la definición de líneas de acción vinculadas a la comunicación pública de la ciencia y al diseño orientado de políticas científicas.

En virtud de los estudios realizados por Jon D. Miller, el análisis estadístico de los resultados obtenidos en las encuestas de los últimos veinte años, muestra un aumento progresivo de la alfabetización científica tal y como es definida por este autor.

En el quinto y último capítulo, hemos recurrido a los tres paradigmas identificados por Bauer, Allum, y S. Miller, en el ámbito de la comprensión pública de la ciencia, como introducción a los dos modelos de la comprensión y de la comunicación pública de la ciencia que nos han servido como puntos de referencia teórica para estructurar el estado de la cuestión con relación a ambas esferas. En la exposición de ambos modelos se han tenido en cuenta tanto los argumentos defendidos por sus valedores, como las objeciones vertidas por sus opositores. También hemos presentado una serie de las críticas que han recibido las realizaciones prácticas de ambos modelos cuando se han materializado mediante la popularización científica, de un modo especial el modelo del déficit, por ser el que mayor predominio ha tenido en las actividades de popularización.

Posteriormente hemos definido un marco teórico y conceptual, sustentando en una noción particular de la cultura científica, concebido como una estructura que posibilite la coordinación de las actividades vinculadas a la comunicación y a la comprensión pública de la ciencia, de acuerdo al significado que hemos atribuido a las mismas. Previamente hemos especificado las funciones que a nuestro juicio debe

cumplir la popularización científica, y hemos propuesto una noción de alfabetización científica asociada a la cultura científica en general.

ANEXO I: PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA CIENCIA EN LOS EUROBARÓMETROS ESTÁNDAR O GENERALES

En ocasiones los Eurobarómetros de carácter general, que comenzaron a realizarse en 1974, incluían alguna pregunta relacionada con la ciencia y la tecnología, como los dos realizados en 1974, el segundo de 1976, el primero de 1982, etc. A continuación presentaremos las cuestiones que se plantearon en ellos, así como los resultados obtenidos. Pero antes repasaremos tres encuestas de carácter general, que se realizaron en Europa antes de que se pusieran en marcha los Eurobarómetros y que incluían también alguna pregunta que hacía referencia a la ciencia.

Durante los meses de febrero y marzo de 1962 se realizó una encuesta en los seis países miembros de las Comunidades Europeas –Francia, Italia, Bélgica, los Países Bajos, la República Federal Alemana, y Luxemburgo–, que contenía tres preguntas en las que se hacía mención a la ciencia.[181] En la primera de ellas, a los participantes que se habían manifestado a favor de que se realizasen esfuerzos para unificar Europa –el 74,6% del total–, se les presentaban una serie de alternativas que podían servir de justificación para ello. Una de estas alternativas proponía favorecer el aumento de la eficiencia científica, y tan sólo fue mencionada por el 0,3% de los que había respondido afirmativamente a la pregunta anterior (*Attitudes towards Europe*, 59). En otra de las preguntas se enumeraban una serie de posibles efectos positivos derivados del acuerdo existente entre los integrantes de las Comunidades Europeas, y se pedía a los encuestados que mencionasen aquellos que a su juicio eran realmente positivos. Del 35,4% del total de participantes que consideraba que los efectos derivados de ese acuerdo habían sido más positivos que negativos, el 2% mencionó el progreso cultural y científico como uno de esos efectos positivos (*Attitudes towards Europe*, 99). Posteriormente se solicitaba al público que manifestase su acuerdo o desacuerdo con una serie de líneas de acción política, una de las cuales hacía referencia a la colaboración de los países miembros en materia de investigación científica, y un 97,5% de los

[181] Los resultados expuestos aquí no recogen la participación de Italia, por no estar los datos correspondientes a este país incluidos en el informe del que hemos extraído la información (*Attitudes towards Europe*, 3).

encuestados declaró estar de acuerdo. Por otro lado, cuando se les preguntó si creían que esas líneas de acción política ya se habían previsto o no dentro del ámbito del mercado común europeo, el 40,4% respondió afirmativamente, el 9,6%, negativamente, y el 50%, afirmó no tener conocimientos al respecto (*Attitudes towards Europe*, 121, 127).

Un segundo estudio, llevado a cabo en los meses de febrero y marzo de 1970, incluyó dos preguntas sobre ciencia.[182] En la primera de ellas se preguntaba a los participantes si creían que en un marco de unión entre países europeos, los científicos europeos podrían situarse al mismo nivel que los estadounidenses. El 59% respondió que estaba totalmente de acuerdo o algo de acuerdo, y el 20%, que estaba totalmente en desacuerdo o algo en desacuerdo (*European Communities Study I*, 44). En la segunda se preguntaba a los encuestados si pensaban que era deseable para su país llevar a cabo grandes descubrimientos científicos. El 74% consideraba que era muy deseable, al 20,8% le resultaba algo indiferente, y el 1,2% sostenía que no era deseable (*European Communities Study I*, 51).

La tercera encuesta se puso en marcha en los meses de septiembre y octubre de 1973, e incluía dos preguntas que contenían opciones de respuesta que hacían referencia a la ciencia.[183] En la primera se enumeraban diez temas vigentes en aquel momento por la preocupación que podían generar, se pedía a los encuestados que eligiesen los tres que consideraban más importantes, y que los nombraran en orden decreciente de importancia. En la categoría del tema más importante, la investigación científica ocupó el sexto puesto, con un 5% de menciones. En la categoría del segundo tema más importante, se situó de nuevo en la sexta posición, con un 7,4% de menciones. Y en la tercera categoría, fue citada por el 6,5% de los encuestados, ocupando la séptima posición. Tras hacer el promedio de los porcentajes obtenidos por cada tema en las tres categorías, la investigación científica se situaba en el sexto lugar, con el 6,3% (*European Communities Study II*, 53). [184]

---

[182] La encuesta se realizó en los seis países miembros de las Comunidades Europeas, pero en esta ocasión los resultados expuestos no recogen la participación de Luxemburgo, por idéntica razón a la ofrecida en la cita anterior con relación a Italia.
[183] El estudio se realizó en los nueve países miembros que por entonces integraban las Comunidades Europeas, dado que en enero de 1973 se había producido la incorporación de Dinamarca, el Reino Unido, e Irlanda.
[184] Los tres temas más citados en cada una de las tres categorías fueron: "*la contaminación del medioambiente*" (34,4%), "*el incremento de los precios*" (18,8%), y "*la pobreza y el desempleo*" (12,1%), en la primera. En la segunda, "*la pobreza y el desempleo*" (17,3%), "*la drogadicción*" (17%), y "*la contaminación del medioambiente*" (15,6%). Y en la tercera, "*la pobreza y el desempleo*" (17,7%), "*el incremento de los precios*" (17,1%), y "*la polución y la contaminación*" (13,8%). Tras hacer el promedio

A continuación, se preguntaba a los encuestados si consideraban más adecuado que fuese el Gobierno nacional, o un Gobierno de ámbito europeo, el que se ocupase de dichos temas. En el caso de la investigación científica, el 21,8% optó por el Gobierno nacional, y el 73,5% por el Gobierno Europeo (*European Communities Study II*, 57).

Eurobarómetro Nº.1: El primer Eurobarómetro general (Abril-Mayo 1974) incluía una pregunta en la que se presentaban doce asuntos que concernían a los nueve Estados miembros de las Comunidades Europeas, y se pedía a los encuestados que eligiesen los que, a su juicio, ocupaban el primer y segundo lugar de importancia en aquel momento. A continuación, esta misma pregunta se reformulaba interrogando sobre las dos cuestiones que el público consideraba que serían las más importantes en los próximos 4 o 5 años. Una de las doce opciones propuestas estaba relacionada con la investigación científica, y se enunciaba de este modo: "*Tener una política común para el desarrollo de la investigación científica*". El resto de opciones trataban de economía, política social, suministro energético, agricultura, contaminación, educación, y de distintos aspectos de la política internacional (Eurobarómetro Nº.1, 6). En ambos casos, la propuesta vinculada a la investigación científica resultó ocupar el último lugar en el nivel de importancia atribuido por el público, tanto si se consideraba únicamente las respuestas que ocupan el primer lugar, como si se tenían en cuenta la primera y la segunda respuesta conjuntamente. Los porcentajes de mención obtenidos cuando la pregunta hacía referencia a la actualidad fueron 0,9%, como opción más importante, y 3,7%, como segunda. Mientras que cuando se refería a los próximos cuatro o cinco años, fueron de 1,6%, y 4,4%, como primera y segunda opción, respectivamente (Eurobarómetro Nº.1, 24).[185]

---

de los porcentajes obtenidos por cada uno de los temas en las tres categorías, los tres más citados fueron: "*la contaminación del medioambiente*" (21,3%), "*el incremento de los precios*" (17%), y "*la pobreza y el desempleo*" (15,7%).

[185] En las cuatro combinaciones posibles el primer lugar de importancia lo ocupaba una opción relacionada con la aplicación de políticas para combatir el aumento de los precios. En tres de las combinaciones, la segunda y tercera posición las ocuparon, respectivamente, una propuesta que hacía referencia a la activación de políticas comunes sobre suministro de energía, y otra que sugería la puesta en marcha de políticas comunes para proteger la naturaleza y luchar contra la contaminación. En la cuarta combinación –aquella referida a la situación del momento y en la que únicamente se tenía en cuenta la primera respuesta-, este orden varió ligeramente, al situarse la preocupación por la naturaleza y la contaminación en cuarto lugar –igualada con otra que apelaba a la disminución de las diferencias en el desarrollo entre las distintas regiones de los países miembros-, desplazada por una opción vinculada a la posible introducción de la moneda única en los países miembros. Se trata de unos nos resultados que evidencian la actitud del público ante la ciencia, y ante sus posibles consecuencias, propia de esta época (Eurobarómetro Nº.1, 24).

Finalmente se sondeó la opinión de los encuestados sobre las acciones que los Estados de las Comunidades Europeas estaban llevando a cabo con relación a esos doce temas, considerados como problemas que afectaban al momento presente, y como posibles problemas en los próximos cuatro o cinco años. En el primer caso un 14% del público afirmaba que la acción de la Comunidad en lo referente a la investigación científica era suficiente, frente al 73% que opinaba lo contrario, y al 13% que no contestó. En el segundo caso, los porcentajes fueron de 15%, 68%, y 17%, respectivamente (Eurobarómetro Nº.1, 12).[186]

Eurobarómetro Nº.2 (Octubre-Noviembre 1974): Se presentaban al público los mismos doce temas propuestos en el primero, y esta vez, a diferencia de entonces, se pedía a los encuestados que indicaran si consideraban cada uno de ellos como muy importante, importante, poco importante, o nada importante. Al igual que en el anterior estudio, los tres asuntos más importantes para el público fueron las acciones dirigidas a frenar el aumento de los precios, la implementación de una política común sobre suministro de energía, y la puesta en marcha de una política común para proteger la naturaleza y luchar contra la contaminación. La opción referida al diseño de una política común en materia de investigación científica, pasó de la duodécima a la novena posición (Eurobarómetro Nº.2, 6).[187]

Eurobarómetro Nº.6 (Noviembre 1976): Incluyó una pregunta en la que se ofrecía una opción relacionada con la ciencia. Se propuso a los encuestados que eligieran entre nueve temas –relacionados con la política nacional e internacional, la economía, la energía, el transporte, la agricultura, el empleo, los asuntos sociales, la protección de la naturaleza, y la contaminación– el primero y el segundo sobre los que les gustaría saber más en la medida en que tenían que ver con la Comunidad Europea.[188] El 5,7% de los encuestados eligió como primera opción la que hacía referencia a la investigación científica, la

[186] En el resto de temas, los porcentajes oscilaban en un rango razonablemente aproximado a los expuestos en el caso de la investigación científica.
[187] Indicamos a continuación los porcentajes obtenidos por las cuatro opciones citadas. Respecto a la cuestión relacionada con el aumento de los precios, el 92% de los encuestados opinaba que era muy importante o importante, y el 5% afirmaba que era poco importancia o que carecía de importancia, mientras que los respectivos pares de porcentajes para las cuestiones relacionadas con el suministro de energía, la protección de la naturaleza y la lucha contra la contaminación, y la investigación científica fueron: 77%-15%, 77%-17%, y 59%-32%.
[188] Esta pregunta sólo se hizo a aquellos encuestados que habían obtenido una alta puntuación en dos preguntas anteriores en las que se evaluaba la frecuencia con la que trataban de convencer de sus opiniones a sus familiares, amigos y compañeros de trabajo, y la frecuencia con la que mantenían conversaciones relacionadas con asuntos políticos (Eurobarómetro Nº.6, 80).

enseñanza, y la educación, lo que la situaba en el séptimo lugar de los nueve posibles. El 10,1% la eligió como segunda opción, ocupando en este caso la sexta posición (Eurobarómetro Nº.6, 95).[189]

Eurobarómetro Nº.17 (Marzo-Abril 1982): Tras el del año 1976, este fue el primer estudio de carácter general que incluyó alguna pregunta relacionada con la ciencia, aunque lo cierto es que durante este periodo se llevaron a cabo dos estudios de carácter específico dedicados a la ciencia –el Nº.7 y el Nº.10A.[190] De las tres preguntas que contenía, la primera estaba dirigida exclusivamente a los encuestados con edades comprendidas entre los 15 y los 24 años. Se les presentaba una lista con diez temas y se les pedía que indicaran los que les interesaban realmente.[191] El tema de la ciencia y la tecnología fue mencionado por el 27,3%, lo que le situaba en el quinto puesto (Eurobarómetro Nº.17, 62).[192] En la segunda pregunta se enumeraban nueve de líneas de acción que podrían cambiar la vida de la gente en los próximos 10 o 15 años, y se proponía a los encuestados que eligiesen aquellas que consideraban más prometedoras y que ofrecían más esperanza para el futuro.[193] La opción más citada fue la referida a los desarrollos científicos y tecnológicos, con un 39% (Eurobarómetro Nº.17-Informe, 32).[194] Si la pregunta anterior tenía que ver con las esperanzas que los encuestados depositaban en el futuro, en la tercera pregunta se enumeraban doce temores, entre los que se encontraba el riesgo de que

---

[189] La primera posición en ambos casos –primera y segunda preferencia de los encuestados-, la ocupó la opción que trataba sobre asuntos sociales, empleo, servicios sociales, y condiciones laborales, con un 25,5% y un 19,8% respectivamente. En esta ocasión la protección de la naturaleza y la lucha contra la contaminación ocupó el sexto puesto, como primera opción, y el tercero, como segunda (9,4% y 12,4%), lo que suponía una variación significativa de esta cuestión comparada con encuestas precedentes (Eurobarómetro Nº6, 95).

[190] En el año 1981 el número de miembros de las Comunidades Europeas aumentó como consecuencia de la incorporación de Grecia.

[191] Las opciones eran las siguientes: 1) *La ciencia y tecnología*, 2) *La política de su país*, 3) *El deporte*, 4) *Problemas sociales importantes*, 5) *Artes y entretenimiento*, 6) *La forma de vida de la gente en otras partes de Europa*, 7) *La vida, el lenguaje o la cultura de alguna región o regiones de su país*, 8) *El medioambiente, la protección de la naturaleza, la ecología*, 9) *El tercer mundo, los problemas del subdesarrollo*, y 10) *La política internacional*.

[192] Por sexos, el 38% de los hombres manifestaba su interés por la ciencia y la tecnología, frente al 16% de las mujeres, y por situación laboral, los estudiantes eran los que más interés mostraban, seguidos de los trabajadores, y de los desempleados. El tema más mencionado fue el deporte, con un 56,2%, seguido de artes y entretenimiento, con el 52,4%, mientras que el medioambiente, la protección de la naturaleza, y la ecología fue el cuarto, con el 34,8% (Eurobarómetro Nº.17-Special Survey II, 51; Eurobarómetro Nº17, 62).

[193] 1) *Desarrollos científicos y tecnológicos*, 2) *Cambios en los valores morales de su país*, 3) *Las perspectivas para la calidad de vida en su país*, 4) *La unificación de Europa*, 5) *El entendimiento y la buena voluntad entre la gente de su país*, 6) *Cambios en las relaciones entre el Este y el Oeste*, 7) *El entendimiento entre los países industrializados y el tercer mundo*, 8) *Las relaciones entre las autoridades locales y regionales y el Gobierno nacional*, 9) *La calidad de vida*.

[194] Una cifra que alcanzaba el 44% en el caso de los encuestados cuya edad estaba comprendida entre los 15 y los 24 años (Eurobarómetro Nº.17-Special Survey II, 61).

el uso de nuevos descubrimientos médicos o farmacéuticos pudiera afectar gravemente a la personalidad humana. Se pidió a los entrevistados que mencionasen cuales de ellos les preocupaban realmente. La opción citada ocupó el séptimo lugar, con un 29% (Eurobarómetro Nº.17-Informe, 34).[195] Posteriormente tenían que citar la primera y segunda opción que más preocupación les causaba, resultando que los riesgos de los nuevos descubrimientos médicos y farmacéuticos quedó, en ambos casos, la séptima posición (Eurobarómetro Nº.17, 98).[196]

Eurobarómetro Nº.21 (Marzo-Abril 1984): Dos preguntas incluían referencias a la ciencia y la tecnología. La primera de ellas trataba de averiguar el grado de acuerdo o desacuerdo que suscitaban una serie de enunciados.[197] Uno de ellos afirmaba que '*el dinero empleado en la investigación científica es derrochado'.* El 64,6% de los encuestados se mostró completamente en desacuerdo o en desacuerdo en cierto modo, y el 28,3% decía estar completamente de acuerdo, ampliamente de acuerdo, o mínimamente de acuerdo (Eurobarómetro Nº.21, 135). Después se pedía al público que eligiera, de una lista de siete temas –uno de los cuales era la investigación científica–, los dos que, a su juicio, debían concentrar los esfuerzos conjuntos de los países miembros de la Comunidad Europea en los próximos cinco o seis años. La investigación científica ocupó la sexta posición, con un 15%, por detrás de opciones como la creación de empleo (73%), el bienestar social (27%), la defensa (19%), la agricultura (19%), la ayuda a las regiones más pobres de Europa (16%). Por detrás de ella se situaba únicamente la ayuda al tercer mundo (14%) (Eurobarómetro Nº.21-Informe, 42).

Eurobarómetro Nº.24 (Octubre-Noviembre 1985): Uno de los enunciados hacía referencia, entre otras cuestiones, a la investigación científica y técnica.[198] En este caso se preguntaba al entrevistado si

---

[195] Los temores tenían que ver con crímenes y terrorismo, desempleo, deterioro de la naturaleza, problemas con el suministro de energía, problemas económicos y políticos, y desórdenes sociales. Siendo el más citado por el público, el incremento de los crímenes y del terrorismo, con un 71%.
[196] El Eurobarómetro Nº.17 incluía también una batería de veinte preguntas dirigidas a evaluar la opinión del público comunitario sobre los problemas energéticos en general y sobre la energía nuclear en particular, comparar los resultados obtenidos con resultados anteriores y, finalmente, comprobar el nivel de información del público en temas relacionados con la energía. Al tratarse de un conjunto de preguntas que no hacen referencia explícita a la ciencia o a los científicos, hemos optado por no incluir aquí los resultados correspondientes.
[197] Esta pregunta sólo se formulo en seis de los diez países miembros: Bélgica, Alemania, Francia, Italia, Países Bajos, y Gran Bretaña.
[198] A partir de este estudio se incorporaron a los Eurobarómetros otros dos nuevos países: España y Portugal.

consideraba que las decisiones relativas al desarrollo de la investigación científica y técnica en las industrias punteras (informática, telecomunicación, robótica, agronomía, etc.), debían de ser tomadas por cada país individualmente, o más bien por los países miembros de la Comunidad Europea actuando conjuntamente. El 16,7% eligió la primera opción, mientras que el 71,3% optó por la segunda (Eurobarómetro Nº.24, 50).

Eurobarómetro Nº.25 (Marzo-Abril 1986): Contenía una pregunta en la que se enumeraban diez problemas que habían sido debatidos en el Parlamento Europeo, uno de los cuales tenía que ver con la investigación científica (*desarrollar la investigación científica y técnica en las industrias punteras*). Se pedía al público que indicase los tres que creía que eran los más importantes en ese momento. La opción mencionada quedó en octavo lugar, con un 15% de citaciones (Eurobarómetro Nº.25-Informe, 84).[199]

A partir de 1987, los Eurobarómetros generales comenzaron a incluir de forma regular preguntas en las que de alguna manera intervenía la ciencia –ya fuera como tema principal o como un tema más entre otros.

Eurobarómetro Nº.27 (Marzo-Mayo 1987): Dos de las preguntas mencionaban a la ciencia. En la primera se mostraban once opciones y se pedía a los entrevistados que eligieran las tres que, a su juicio, eran las más representativas de la buena marcha de un país. El ítem relacionado con la ciencia (*una investigación científica a la cabeza del progreso*), fue el séptimo más citado, con un 17,3% (Eurobarómetro Nº.27, 41).[200] La segunda pregunta trataba exclusivamente de la financiación de la investigación científica y tecnológica. En primer lugar se informaba a los encuestados de que el 2% del dinero público utilizado en la política de investigación de todos los países de la Comunidad Europea,

---

[199] Las tres opciones más citadas fueron: '*Estimular la economía para mejorar la lucha contra el paro*', '*Luchar contra el terrorismo y el crimen*', y '*Proteger el medioambiente y luchar contra la contaminación*', con el 57%, 54%, y el 35% de las citaciones, respectivamente. Por detrás de la opción vinculada a la ciencia, se situaron las dos siguientes: '*Proteger al consumidor contra la publicidad falsa o engañosa*' (9%), y '*Garantizar el abastecimiento de energía* (7%).

[200] Por delante de esta opción se situaron las siguientes: '*Poco paro*' (59,7%), '*Un sistema de protección social bien desarrollado*' (44,6%), '*Prosperidad industrial*' (36,3%), '*Un medioambiente bien conservado*' (29,9%), '*Una moneda fuerte*' (27,9%), y '*Compañías que tienen éxito a nivel internacional*' (25,3%). Las últimas posiciones las ocuparon: '*Agricultura moderna*' (13,1%), '*Una natalidad lo suficientemente alta como para evitar la disminución de la población*' (7,8%), '*Buenos resultados en las competiciones deportivas internacionales*' (5,4%), y '*Escritores y artistas famosos*' (2,7%).

procedía del presupuesto de la Comunidad, mientras que el resto provenía de los presupuestos de los países miembros. A continuación se les preguntaba si consideraban que esa cantidad era demasiado grande, demasiado pequeña, o correcta. El 2,7% eligió la primera opción, el 57,3%, la segunda, y el 12,5%, la tercera (Eurobarómetro Nº.27, 293).

Eurobarómetro Nº.28 (Octubre-Noviembre 1987): Contenía cuatro preguntas que hablaban de ciencia. En la primera se enumeraban once temas –relacionados con la política, el deporte, problemas sociales, artes, medioambiente, otras culturas, y ciencia y tecnología–, y se pedía al público que mencionase los que le interesaban personalmente de verdad en la vida. La opción relativa a la ciencia y la tecnología fue la séptima más citada, con un 23% (Eurobarómetro Nº.28, 46).[201] La siguiente pregunta estaba dirigida a sondear la opinión sobre diferentes alternativas relacionadas con la evolución del mundo en los próximos diez años. La que hacía referencia a la ciencia (*El progreso de la ciencia y la tecnología permitirá mejorar la situación de los países más pobres*), fue suscrita por el 62,5% (Eurobarómetro Nº.28, 190). La tercera pregunta se formuló únicamente a aquellas personas que creían en la necesidad de ir aún más lejos de la simple creación del gran mercado europeo único de cara a la unificación de Europa. El 26,5% del total de los encuestados estaba de acuerdo con que una de la líneas a seguir para avanzar en esa dirección debía de ser la estrecha colaboración científica y técnica, era del 26,5 (Eurobarómetro Nº.28, 345). En la última pregunta se pretendía que los encuestados que se habían manifestado conformes con la existencia de un Gobierno europeo que fuera responsable ante el Parlamento Europeo (el 44% del total), evaluaran una serie de competencias que tendría dicho Gobierno, como la investigación científica y tecnológica (mencionada por el 57,3% de los que contestaron) (Eurobarómetro Nº.28, 365).

Eurobarómetro Nº.28.1 (Octubre-Noviembre 1987): Era una sección del estudio anterior, con la particularidad de que la edad de los encuestados estaba comprendida entre los 15 y los 24 años. Incluía dos de las preguntas sobre ciencia y tecnología del estudio anterior –la primera y la tercera. En la primera, un 28% del público mencionó el tema de la ciencia y la tecnología, que ocupó el cuarto puesto.[202]

---

[201] Los temas más citados fueron: '*Los problemas sociales importantes (derechos humanos, pobreza, igualdad, igualdad entre los sexos, etc.*)' (46%), '*El medioambiente, la protección de la naturaleza, la ecología*' (44,9%), y '*Los deportes*' (33,8%).
[202] Esta vez los temas más citados fueron: '*Los deportes*' (44%), '*Los problemas sociales importantes (derechos humanos, pobreza, igualdad, igualdad entre los sexos, etc.*)' (44%), y '*El medioambiente, la protección de la naturaleza, la ecología*' (41%).

En la tercera, el 62% consideraba que la colaboración científica y técnica debía de ser una de las principales líneas a seguir (Eurobarómetro Nº.28.1, 27, 111)[203].

Eurobarómetro Nº.29 (Marzo-Abril 1988): Introdujo una pregunta destinada a evaluar la confianza que el público depositaba en distintos gremios profesionales, entre ellos los investigadores y científicos independientes. En concreto, se le preguntó a cuál de ellos le atribuiría un mayor nivel de confianza a la hora de ser informado sobre los niveles de radiactividad de su país. Los científicos fueron los segundos más citados (19,7%), superados únicamente por las organizaciones ecologistas (23,9%), y seguidos por los médicos (14,5%) (Eurobarómetro Nº.29, 326).[204] La siguiente pregunta era semejante a la tercera del anterior Eurobarómetro (Nº.28). En esta ocasión el 29% consideraba necesario desarrollar una política europea común en materia científica y tecnológica (Eurobarómetro Nº.29, 356). La tercera pregunta estaba formulada exactamente en los mismos términos que la última de estudio anterior y, esta vez, la opción relativa a la investigación científica y tecnológica obtuvo un porcentaje similar al de entonces, dado que fue citada por el 58% (Eurobarómetro Nº.29, 376).

Eurobarómetro Nº.31A (Junio-Julio 1989): Se mencionaban diferentes áreas de acción política y se preguntaba a los encuestados cuáles de ellas deberían ser competencia del Gobierno de cada país, y cuáles deberían decidirse de forma conjunta por todos los países de la Comunidad Europea. En el caso de las investigaciones científicas y tecnológicas, el 20,9% eligió la primera opción, y el 73,6%, la segunda.

La pregunta anterior se formuló en los dos siguientes. En el *Eurobarómetro Nº.32* (Octubre-Noviembre 1989) el 17,2% del público se inclinó por la primera opción, y el 74,7%, por la segunda, mientras que en el *Eurobarómetro Nº.33* (Marzo-Abril 1990), los resultados fueron de 17,3% y 74,4%, respectivamente (Eurobarómetro Nº.31A, 631; Eurobarómetro Nº.32, 92; Eurobarómetro Nº.33, 101). Además, este último estudio contenía una pregunta, que ya había aparecido anteriormente, y que estaba destinada a evaluar la confianza de los encuestados en diversos grupos de profesionales. Con ella se evaluaba la confianza atribuida a una serie de grupos en el caso de que tuvieran que ser ellos los que informaran sobre los

---

[203] En este caso, la cifra del 62% no se refiere al total de entrevistados sino al conjunto de aquellos que consideraban necesario ir más allá de la simple creación del gran mercado europeo.
[204] Los menos citados fueron los representantes locales (1,5%), la industria nuclear (2,8%), y las autoridades de la Comunidad Europea (3,1%). Cabe señalar la posición intermedia obtenida por los periodistas (6,8%), que quedaron en quinta posición.

niveles de radiactividad de su país. El 75,1% afirmó tener bastante confianza o una confianza total en los científicos independientes, y el 17% reconoció no tener mucha o ninguna confianza en ellos (Eurobarómetro Nº.33, 224).[205] Esta vez se completó la pregunta anterior con otra en la que se enumeraban distintas cualidades que podían poseer las personas encargadas de dar información sobre los niveles de radiactividad en su país, y se pedía a los encuestados que citasen aquellas que valoraban como más importantes. La valoración de las distintas cualidades dio como resultado el siguiente orden, un nivel alto de experiencia científica en la materia (61,6%), la capacidad para explicar claramente lo que está ocurriendo (47,3%), la independencia de cualquier tipo de intereses económicos e industriales (44,4%), la independencia de cualquier influencia política (41,8%), un nivel alto de experiencia en temas de salud (41,7%), y la capacidad de entender realmente las preocupaciones del público en general (34,1%) (Eurobarómetro Nº.33, 227).

Eurobarómetro Nº.34 (Octubre-Noviembre 1990): Volvió a recoger la pregunta sobre la conveniencia de que la investigación científica y tecnológica fuera competencia del Gobierno de cada país, o de la Comunidad Europea en su conjunto.[206] Esta vez, el 17,4% se inclinó por la primera opción, y el 74,6%, por la segunda (Eurobarómetro Nº.34, 150). En otra de las preguntas, que ya había sido formulada en algunos de los Eurobarómetros anteriores, se enumeraban once temas y el público tenía que decir cuáles de ellos le interesaban verdaderamente. El relacionado con la ciencia y la tecnología fue mencionado por el 23,1%, y quedó situado en novena posición (Eurobarómetro Nº.34, 63).[207]

Eurobarómetro Nº.34.2 (Diciembre 1990): Se volvió a plantear la última pregunta del estudio anterior, y esta vez la opción sobre la ciencia y la tecnología fue mencionada por el 28,1%, ocupando el quinto puesto (Eurobarómetro Nº.34.2, 37).[208]

---

[205] En esta ocasión los pares de porcentajes obtenidos por las otras fuentes propuestas fueron: asociaciones y grupos ecologistas (71,6%-22,4%), médicos (76,7%-18,3%), profesores de colegios y universidades (62,5%-29,5%), y las autoridades públicas (36,7%-57,3%).

[206] A partir de este estudio, y como consecuencia de la reunificación de Alemania, que tuvo lugar el 3 de octubre de 1990, los Eurobarómetros incluyeron también los datos correspondientes a encuestas realizadas en la República Democrática Alemana. El estudio incluyó también los resultados de las encuestas realizadas en Noruega.

[207] Los temas más citados fueron: '*El medioambiente, la protección de la naturaleza, la ecología*' (55,4%), '*Los problemas sociales importantes (derechos humanos, pobreza, igualdad, igualdad entre los sexos, etc.)*' (44,6%), y '*Los deportes*' (36%).

[208] Este estudio, a diferencia del anterior, ya no incluía la participación de Noruega. Además, fue una encuesta realizada únicamente a personas con una edad comprendida entre los 15 y 24 los años.
Los temas más citados fueron: '*El medioambiente, la protección de la naturaleza, la ecología*' (49,8%), '*Los deportes*' (47,7%), y

Eurobarómetro Nº.35 (Marzo 1991): Repitió las mismas preguntas sobre ciencia y tecnología que las propuesta en el Nº.33. A la primera de ellas, el 17,1% de los encuestados respondió que la política sobre investigación científica y tecnológica debería ser competencia de los distintos Gobiernos nacionales, mientras que el 76,9% pensaba que debería llevarse a cabo de forma conjunta por todos los miembros de la Comunidad Europea (Eurobarómetro Nº.35, 85). En la segunda, el 74,2% público afirmó tener una confianza plena o bastante confianza en los científicos independientes, y el 17,8% respondió que no tenía mucha o ninguna confianza en ellos (Eurobarómetro Nº.35, 224).[209] La última pregunta solicitaba la valoración de una serie de cualidades atribuidas a las personas encargadas de dar información sobre radiactividad. La cualidad más valorada fue la de poseer un nivel alto de experiencia científica en la materia (60,1%), seguida de la capacidad para explicar claramente lo que está ocurriendo (53,5%), la independencia de cualquier tipo de intereses económicos o industriales (45,2%), la independencia de cualquier influencia política (43,4%), un nivel alto de experiencia en temas de salud (41,4%), y el entendimiento real de las preocupaciones del público en general (34,5%) (Eurobarómetro Nº.35, 227).

Eurobarómetro Nº.36 (Octubre-Noviembre 1991): Incluía dos preguntas sobre ciencia y tecnología. La primera de ellas puso de manifiesto que el 19,1% de los encuestados prefería que la política sobre investigación científica y tecnológica fuese competencia del Gobierno de cada país, frente al 72,9% que consideraba que debía decidirse de forma conjunta entre los integrantes de la Comunidad Europea (Eurobarómetro Nº.36, 109).[210] A la segunda pregunta planteada el 52,9% respondió que, en los próximos diez años, el progreso de la ciencia y la tecnología permitiría mejorar la situación de los países más pobres, y el 28,1% mostró su desacuerdo al respecto (Eurobarómetro Nº.36, 266).

Eurobarómetro Nº.37 (Marzo-Abril 1992): Contenía dos preguntas sobre ciencia. En primer lugar, el 16,6% de los encuestados estaba a favor de una política de investigación científica y tecnológica dependiente de los Gobiernos nacionales, mientras que el 76,4% optaba por una política conjunta entre todos los países miembros de la Comunidad (Eurobarómetro Nº.37, 307). La segunda pregunta estaba

---

'*Los problemas sociales importantes (derechos humanos, pobreza, igualdad, igualdad entre los sexos, etc.)*' (42,6%).

[209] El resto de las fuentes propuestas obtuvo los siguientes pares de porcentajes: médicos (74,6%-19,4%), asociaciones y grupos ecologistas (69,1%-23,9%), profesores de colegios y universidades (63,8%-28,2%), y las autoridades públicas (33,6%-60,4%).

[210] A partir de este estudio se incluyó a Noruega de forma regular en el Eurobarómetros.

dirigida a evaluar la confianza pública en diez fuentes encargadas de ofrecer una determinada información, pero si anteriormente el tema elegido había sido la radiactividad, en esta ocasión fue el medioambiente en general. No se pidió al público que valorase cada una de forma individual, sino que eligiese aquella que más confianza le producía. Los científicos ocuparon la segunda posición (18,6%), precedidos tan sólo de las asociaciones de protección medioambiental (37,1%), y seguidos de las asociaciones de consumidores (15,8%), los medios de comunicación (5,5%), las autoridades públicas (3,6%), y los profesores de colegio o de universidad (3,5%) (Eurobarómetro Nº.37, 568).

Eurobarómetro Nº.37.2 (Abril-Mayo 1992): Se realizó conjuntamente con el estudio anterior, y estaba dirigido a personas con sesenta años o más. El cuestionario incluía una pregunta que mencionaba la ciencia y la tecnología junto a otros trece temas más, y se pedía a los participantes que eligieran aquellos que más les interesaban. Tan sólo un 10,9% eligió la opción relativa a la ciencia y la tecnología, que ocupó la última posición (Eurobarómetro Nº.37.2, 29).[211]

Eurobarómetro Nº.38.0 (Septiembre-Octubre 1992): Únicamente incluía la pregunta sobre la conveniencia de dirigir la política de investigación científica y tecnológica a escala nacional, o conjuntamente entre todos los países de la Comunidad. El 19,3% eligió la primera opción, frente al 73,7% que eligió la segunda (Eurobarómetro Nº.38.0, 326).

Eurobarómetro Nº.39.0 (Marzo-Abril 1993): Incluía la pregunta anterior y la complementaba con una segunda parte, al consultar si el Parlamento Europeo debía dar o no prioridad al tema en cuestión.[212] El 24,7% de los encuestados era partidario de que la política de investigación científica y tecnológica se decidiese a nivel nacional, y el 67,3% pensaba que debía decidirse a nivel europeo. Por lo que respecta a la segunda cuestión, un 66,8% de los que la contestaron (el 67,3% del total) respondió afirmativamente, y el 33,2% lo hizo negativamente (Eurobarómetro Nº.39.0, 412).[213]

---

[211] Los temas más citados fueron: '*La familia*' (70%), '*El medioambiente, la protección de la naturaleza, la ecología*' (46,3%), '*Los problemas sociales importantes (derechos humanos, pobreza, la vivienda)*' (38,3%), y '*La religión*' (33,3%).
[212] A partir de este estudio, Finlandia entró a formar parte de los Eurobarómetros.
[213] Esta segunda parte de la pregunta no se incluyó en los cuestionarios de Noruega y Finlandia, de forma que los porcentajes, en este caso, han sido calculados teniendo en cuenta únicamente el resto de países, sin incluir, en el cómputo total, a los encuestados noruegos y finlandeses.

Eurobarómetro Nº.40 (Octubre-Noviembre 1993): Se planteó de nuevo la pregunta anterior, pero esta vez sin la segunda parte. El 22,2% de los entrevistados eligió la primera opción, y el 69,8%, la segunda (Eurobarómetro Nº.40, 84). Además, el estudio retomaba una pregunta que había sido formulada en el Eurobarómetro Nº.1. En ella se enumeraban doce problemas vigentes en aquel momento, y se pedía al público que eligiese aquellos que ocupaban, a su juicio, el primer y segundo lugar de importancia. Entre los problemas citados se encontraba el de conseguir una política común para ayudar a la investigación científica. Al igual que en el Eurobarómetro Nº.1, esta vez también ocupó la última posición, tanto en el caso de la opción más importante (1,6%), como en la de la segunda más importante (3%) (Eurobarómetro Nº.40, 109).[214]

Eurobarómetro Nº.41.0 (Marzo-Mayo 1994): Sólo incluía la pregunta sobre la conveniencia de llevar a cabo la política de investigación científica y tecnológica a nivel nacional o, por el contrario, de forma conjunta entre los distintos países de la Comunidad. Un 21,9% se decantó por la opción nacional, y un 70,1%, por la comunitaria (Eurobarómetro Nº.41.0, 106).

Eurobarómetro Nº.42 (Noviembre-Diciembre 1994): Se formuló de nuevo la pregunta anterior, y los resultados fueron 21,9% y 71,1%, respectivamente (Eurobarómetro Nº.42, 90). El cuestionario incluía además dos preguntas relacionadas con la política científica y tecnológica. Se enumeraban doce temas de distinta naturaleza y se pedía al entrevistado que eligiese aquellos (un máximo de tres) que, a su juicio, deberían ser objeto de particular atención por parte del Parlamento Europeo y del Parlamento de su país. En el primer caso, la investigación científica y tecnológica fue mencionada por el 21,3% de los encuestados, y en el segundo, por el 8,7% (Eurobarómetro Nº.42, 363, 376).[215]

---

[214] Los problemas que ocuparon las primeras posiciones en ambos casos, fueron: '*La lucha común contra el incremento de los precios de precios*' (19,5%), '*Conseguir una política común para la protección de la naturaleza y la lucha contra la contaminación*' (14,2%), y '*Reducir las diferencias entre las regiones de los países miembros, ayudando a las regiones menos desarrolladas*' (13%), en el primer caso. '*Conseguir una política común para la protección de la naturaleza y la lucha contra la contaminación*' (14,7%), '*La lucha común contra el incremento de los precios de precios*' (12,8%), y '*Coordinar la política social de los países miembros en materia de empleo y formación profesional*' (10,2%), en el segundo caso.

[215] Este Eurobarómetro fue el primero en el que participaron Suecia y Austria. No obstante, en este primer estudio su participación se redujo a un subconjunto de preguntas, entre las que no se encontraban las analizadas aquí.

Eurobarómetro Nº.43.1 (Abril-Mayo 1995): El estudio otorgó bastante protagonismo al tema de la ciencia y la tecnología, e incluyó un mayor número de preguntas sobre el tema de lo que era habitual. Una vez más planteó la pregunta sobre la preferencia de desarrollar la política científica a nivel nacional o comunitario, y en esta ocasión el 17,8% se inclinó por la primera opción, mientras que el 75,2% lo hizo por la segunda (Eurobarómetro Nº.43.1, 227). Una segunda pregunta estaba destinada a sondear el conocimiento sobre las líneas de acción políticas conjuntas que estaba llevando a cabo la Comunidad Europea. Se enumeraban diez líneas de acción –entre las que se encontraba la investigación científica y tecnológica– y se pedía a los encuestados que nombrasen aquellas sobre las que la Unión Europea ya estaba tomando decisiones. La opción relativa a la ciencia y la tecnología fue mencionada por el 33,6% de los encuestados (Eurobarómetro Nº.43.1, 249). En otra de las preguntas se enumeraban veintidós temas relacionados con distintos aspectos de la política europea y se pedía al público que citase aquellos sobre los que le gustaría recibir más información. El 38,5% respondió que desearía recibir más información sobre las políticas comunitarias llevadas a cabo en materia de investigación científica y tecnológica, mientras que el 53,4% respondió negativamente (Eurobarómetro Nº.43.1, 272). Posteriormente, de una lista de diez áreas políticas, se pedía al público que nombrase aquellas (un máximo de tres) a las que el Parlamento Europeo debería dedicar, a su juicio, una mayor atención. Esta vez el 15,5% mencionó la opción que hacia referencia a la investigación científica y tecnológica (Eurobarómetro Nº.43.1, 326). Tras las preguntas vinculadas a la política científica, se formuló otra orientada a evaluar la confianza pública en distintas fuentes de información sobre el tema de la radiactividad. El 73,2% dijo que tenía bastante confianza o una confianza total en los científicos independientes, y el 19,8% reconoció no tener mucha o ninguna confianza en ellos.[216] En cuanto a la valoración de una serie de cualidades atribuidas a las personas encargadas de dar información sobre radiactividad, la cualidad más valorada fue la de poseer un nivel alto de experiencia científica en la materia (54,9%), seguida de la capacidad para explicar claramente lo que está ocurriendo (53,2%), la independencia de cualquier tipo de intereses económicos o industriales (46,2%), la independencia de cualquier influencia política (42,6%), un nivel alto de experiencia en temas de salud (41%) y, en último

[216] Los porcentajes obtenidos por las otras fuentes propuestas fueron los siguientes: médicos (79,2%-16,8%), asociaciones y grupos ecologistas (72,4%-23,69%), profesores de colegios y universidades (66,8%-26,2%), y las autoridades públicas (40,9%-54,1%).

lugar, el entendimiento real de las preocupaciones del público en general (32%) (Eurobarómetro Nº.43.1, 364).

Eurobarómetro Nº.43.1bis (Mayo-Junio 1995): Contenía varias preguntas sobre medioambiente que hacían referencia a la investigación científica y tecnológica.[217] En la primera se enumeraban ocho posibles formas de tratar los problemas medioambientales por parte de los Gobiernos. Una de ellas consistía en asegurar una mayor financiación para la investigación científica y el desarrollo tecnológico con relación al medioambiente, una propuesta que estaban dispuestos a apoyar el 76,4% de los encuestados, frente al 14,6% que se mostraba contrario (Eurobarómetro Nº.43.1bis, 163). Cuando se les pidió que eligieran la fuente de información en la que más confiaban a la hora de ser informados sobre el estado del medioambiente, los científicos ocuparon el segundo lugar (18,8%), superados únicamente por las asociaciones de protección del medioambiente (34,8%).[218] A parte de la fuente elegida por cada encuestado, se les pidió que mencionasen aquellas que a su juicio decían la verdad sobre el tema y, en este caso, el 31,2% mencionó la ciencia (Eurobarómetro Nº.43.1bis, 171).[219]

Eurobarómetro Nº.44.1 (Noviembre-Diciembre 1995): Volvió a incluir la pregunta referente a las preferencias nacionales o comunitarias a la hora de desarrollar políticas sobre investigación científica y tecnológica. En esta ocasión el 25,7% expresó su preferencia nacional, frente al 68,3% que pensaba que era un área política sobre la que debían tomarse las decisiones a nivel comunitario (Eurobarómetro Nº.44.1, 303).[220] Después se mostró una lista con un total de trece áreas políticas, y se preguntó cuáles de ellas deberían ser objeto de particular atención por parte del Parlamento Europeo (con la posibilidad de nombrar un máximo de tres). La investigación científica y tecnológica fue mencionado por el 12,1% del público (Eurobarómetro Nº.44.1, 347).

---

[217] Noruega no participó en este estudio.
[218] Las demás fuentes propuestas obtuvieron los siguientes porcentajes: asociaciones de consumidores (14,3%), medios de comunicación (6,4%), profesores de escuela o de universidad (5,8%), organismos públicos (3,6%), sindicatos (1,2%), organizaciones profesionales de turismo (1,2%), partidos políticos (0,9%), industria (0,3%).
[219] De este modo, si se suman los porcentajes obtenidos en estas dos preguntas, un 50% de los encuestados manifestaba su confianza en los científicos como fuente de información sobre el medioambiente.
[220] La pregunta se formuló tan sólo al 49,2% de los encuestados, por lo tanto, los porcentajes presentados están calculados sobre esta cifra.

Eurobarómetro Nº.44.2bis (Enero-Marzo 1996): En respuesta a la única pregunta relativa a la ciencia de este estudio, 23,8% de los encuestados manifestó su preferencia por una política de investigación científica y tecnológica dependiente del Gobierno de cada país, mientras que el 69,2% prefería que fuese una competencia conjunta de la Unión Europea (Eurobarómetro Nº.44.2bis, 386).

Eurobarómetro Nº.45.1 (Abril-Mayo 1996): En este estudio se añadió una nueva opción de respuesta a la pregunta anterior y, además de la posibilidad nacional y de la comunitaria, se ofreció una tercera que consistía en desarrollar la política científica y tecnológica en ambos niveles al mismo tiempo. El 14,6% de los encuestados eligió la primera, el 26,7%, la segunda, y el 52,7%, la tercera (Eurobarómetro Nº.45.1, 255). En una segunda pregunta se enumeraban trece áreas políticas, y se pedía a los entrevistados que mencionasen aquellas a las que el Parlamento Europeo debería prestar particular atención (un máximo de tres).[221]

Eurobarómetro Nº.46.0 (Octubre-Noviembre 1996): De nuevo la única pregunta sobre ciencia de esta encuesta era la relativa a la competencia nacional o europea de la política de investigación científica y tecnológica, pero sin la novedad introducida en el estudio anterior. En esta ocasión los resultados fueron 25,2% y 68,8%, respectivamente (Eurobarómetro Nº.46.0, 74).

Eurobarómetro Nº.47.0 (Enero-Febrero 1997): En una de las preguntas se planteaba si la información sobre la calidad de los productos alimenticios, suministrada por distintas fuentes, buscaba más el interés del consumidor, de la industria, o era neutral. Cuando la fuente en cuestión eran los científicos, el 22,5% de los encuestados afirmó que su información se encaminaba al interés de los consumidores, el 37,8%, al de la industria, y el 26,7%, pensaba que era neutral. A continuación se preguntaba cuáles de dichas fuentes decían la verdad sobre la calidad de estos productos, y resultó que los científicos eran la fuente que más confianza inspiraba (con un 37,3% de menciones), seguidos de los profesores de escuelas y universidades (35,7%) (Eurobarómetro Nº.47.0, 100).[222] Finalmente, se presentaban una serie

[221] No disponemos de los resultados correspondientes, puesto que no aparecen reflejados ni en el *Codebook* ni en el informe del estudio.
[222] La pregunta no incluía dos de las fuentes que habitualmente solían obtener altos porcentajes de confianza pública, como eran las asociaciones ecologistas, y los médicos.

alternativas para tratar los problemas medioambientales en Europa, y se preguntaba al público si estaría dispuesto a apoyarlas. La alternativa que proponía asegurar una mayor financiación para la investigación científica y el desarrollo tecnológico con relación al medioambiente, fue apoyada por el 79,9% de los entrevistados, mientras que tan sólo un 12,1% manifestó que no estaría dispuesto a apoyarla (Eurobarómetro Nº.47.0, 126).

Eurobarómetro Nº.47.1 (Marzo-Abril 1997): En esta ocasión el 26,9% del público prefería una política sobre investigación científica y tecnológica en la que las decisiones se tomasen a nivel nacional, y el 66,1% eligió la opción comunitaria (Eurobarómetro Nº.47.1, 159).

Eurobarómetro Nº.47.2 (Abril-Junio 1997): Retomó la pregunta sobre las áreas políticas a las que el Parlamento Europeo debería prestar particular atención, a juicio de los encuestados. La investigación científica y tecnológica fue mencionada por el 7,2% de ellos (Eurobarómetro Nº.47.2, 169).

Eurobarómetro Nº.47.2OVR (Abril-Junio 1997): Constituía una sección del estudio anterior que estaba dirigida a jóvenes de entre 15 y 24 años. En una de las preguntas del cuestionario se enumeraban diez cualidades y se les pedía que dijesen cuáles eran las tres más útiles para encontrar un buen trabajo. Poseer cualificaciones científicas ocupó la última posición, con un 10,1% de menciones (Eurobarómetro Nº.47.2OVR, 136).[223] El nivel de educación de los entrevistados influía en la valoración de esta cualidad, de modo que aquellos que habían abandonado el colegio antes tendían a atribuirle más importancia que quienes habían permanecido en él hasta edades comprendidas entre los 16 y 19 años (Eurobarómetro Nº.47.2-Informe, 72).

Eurobarómetro Nº.48.0 (Octubre-Noviembre 1997): Planteó dos de las preguntas, con referencias a la ciencia, que con más frecuencia aparecían en de los Eurobarómetros generales.[224] En primer lugar, el 26,8% del público manifestó su preferencia por una política sobre investigación científica y tecnológica que dependiese del Gobierno de su país, y un 66,2% afirmó que las decisiones en esa materia debían

[223] Los porcentajes obtenidos por el resto de las cualidades propuestas fueron: '*una buena formación general*' (42,9%), '*dominio de idiomas*' (42,2%), '*habilidades de comunicación*' (36%), y '*conocimientos de informática*' (30,3%), '*habilidades para trabajar en grupo*' (29,2%), '*una buena apariencia*' (26%), '*ambición*' (25,3%), '*haber acabado un curso de aprendizaje o de formación apropiado*' (22,4%), '*conocimientos en el mundo de los negocios*' (12,7%).
[224] Noruega no participó en los sietes últimos estudios mencionados.

tomarse de forma conjunta dentro de la Unión Europea (Eurobarómetro Nº.48.0, 207). En segundo lugar, el 10,4% de los encuestados mencionó la investigación científica y tecnológica como una de las áreas políticas a las que el Parlamento Europeo debería prestar particular atención (Eurobarómetro Nº.48.0, 339).

Eurobarómetro Nº.49 (Abril-Mayo 1998): Se formularon de nuevo las dos preguntas anteriores. En la primera, el 25,5% optó por la alternativa nacional, y el 67,5%, por la comunitaria. Respecto a la segunda, el 8,1% consideraba que el Parlamento Europeo debería prestar particular atención a la investigación científica y tecnológica (Eurobarómetro Nº.49, 137, 192). El cuestionario contenía una tercera pregunta en la que se enumeraban dieciocho áreas políticas relacionadas con la Unión Europea, y se pedía al público que eligiese aquellas sobre las que le gustaría tener más información. La política sobre ciencia, investigación, y desarrollo, fue mencionada por el 13,4%, lo que la situó en el puesto número trece (Eurobarómetro Nº.49, 48).

Eurobarómetro Nº.50 (Octubre-Noviembre 1998): Retomó una pregunta que había aparecido con anterioridad en el estudio Nº.1 y en el Nº.40. En ella se enumeraban doce problemas que afectaban a la Comunidad Europea, y se pedía al público que mencionase los que creía que ocupaban el primer y segundo lugar de importancia. Al igual que los estudios precedentes, la respuesta sobre una política común para ayudar a la investigación científica, ocupó la última posición, tanto en el caso de la opción más importante (1,8%), como en el de la segunda más importante (3,6%) (Eurobarómetro Nº.50.0, 108).[225] El estudio también puso de manifiesto que el 24,5% de los entrevistados prefería que la política de investigación científica y tecnológica dependiese del Gobierno de su país, frente al 69,5% que optaba por una toma de decisiones conjunta dentro de la Unión Europea (Eurobarómetro Nº.50.0, 184). Por otro lado, el 7,2% pensaba que el Parlamento Europeo debería prestar particular atención a la investigación científica y tecnológica (Eurobarómetro Nº.50.0, 242). Por último, incluía dos preguntas dirigidas a

[225] Los problemas que ocuparon las primeras posiciones en ambos casos, fueron: '*Reemplazar las monedas de todos los Estados miembros, por un única moneda europea*' (18,1%), '*La lucha común contra el incremento de los precios de precios*' (16,2%), y '*Coordinar la política social de los países miembros en materia de empleo y formación profesional*' (15%), en el primer caso. '*Conseguir una política común para la protección del medioambiente y la lucha contra la contaminación*' (13,7%), '*Coordinar la política social de los países miembros en materia de empleo y formación profesional*' (12,2%), y '*La lucha común contra el incremento de los precios de precios*' (11,4%), en el segundo caso.

sondear la confianza asociada al tema de la radiactividad. En la primera, se enumeraban siete procedimientos a seguir antes de la construcción de un vertedero para residuos radiactivos –uno de los cuales era consultar a científicos independientes–, y se le preguntaba a los entrevistados si los consideraba bastante importantes o no demasiado importantes. La consulta a los científicos independientes ocupó el sexto puesto en orden de importancia, con un 88,7% que la consideraba bastante importante, y un 6,3% que pensaba que no era demasiado importante (Eurobarómetro Nº.50.0, 274).[226] La segunda pregunta era doble, de modo que tras consultar al público si le gustaría tener un acceso más fácil a la información sobre la manera en que se manejan los residuos radiactivos –tanto en su país, como en otros países de la Unión Europea–, se enumeraban ocho fuentes de información y se le pedía que citase aquellas que prefería para informarse. El 92,7% y el 89% de los entrevistados respondió positivamente a la posibilidad de tener acceso más fácil a la información sobre los residuos en su país y en otros países de la Unión, respectivamente (Eurobarómetro Nº.50.0, 296, 302). En el primer caso, los científicos independientes fueron la tercera fuente más mencionada con un 38,8%, precedidos del Gobierno de su país (43,9%), y de los medios de comunicación (43,2%). Y en el segundo caso, los científicos fueron los segundos más citados (32,5%), tras los medios de comunicación (36%), y seguidos de organizaciones no gubernamentales, como Greenpeace, Amigos de la Tierra, etc. (32%) (Eurobarómetro Nº.50.0, 293, 299).[227]

Eurobarómetro Nº.51.0 (Marzo-Abril 1999): El 30% de los participantes prefería que las decisiones relacionadas con la política de investigación científica y tecnológica fuesen tomadas por el Gobierno de su país, y un 63% prefería que se tomasen de forma conjunta por los países miembros de la Unión Europea. Además, el 8% consideraba que el Parlamento Europeo debería prestar particular atención a la política relacionada con la investigación científica y tecnológica (Eurobarómetro Nº.51.0-Informe, 54, 85).

---

[226]Los otros seis posibles procedimientos obtuvieron los siguientes porcentajes: '*Mantener informada a la gente*' (95,2%-1,8%), '*Llevar a cabo un estudio detallado de las consecuencias medioambientales*' (94,1%-1,9%), '*Consultar a las personas que viven cerca del lugar elegido*' (91,6%-4,4%), '*Consultar a expertos en medicina*' (90,1%-4,9%), '*Ser flexible respecto a la elección del lugar de ubicación, los detalles técnicos, etc.*' (88,8%-4,2%), '*Consultar a las asociaciones de protección medioambiental*' (86,6%-8,4%).

[227] En ambos casos las fuentes menos citadas fueron los partidos políticos (11,2%-7,5%), y quienes producen los residuos (18,7%-17%,).

Eurobarómetro Nº.51.1 (Abril-Mayo 1999): Dedicaba una sección a los problemas medioambientales. En una de las preguntas, tras enumerar diez fuentes de información, se pedía al público que nombrase aquellas en las que confiaría a la hora de informarse sobre temas medioambientales. Los científicos fueron mencionados por el 37% de participantes –lo que les situaba en la segunda posición, tras las organizaciones de protección del medioambiente (52%)–, seguidos de las asociaciones de consumidores (32%), los medios de comunicación (28%), y los profesores de escuelas o universidades (16%) (Eurobarómetro Nº.51.1-Informe, 24).[228]

Eurobarómetro Nº.52.0 (Octubre-Noviembre 1999): En respuesta a la a la única pregunta que hacía referencia a la ciencia, el 29% de encuestados prefería que las decisiones vinculadas a la política de investigación científica y tecnológica se tomasen a nivel nacional, mientras que el 66% era partidario de la toma de decisiones a nivel comunitario (Eurobarómetro Nº.52.0-Informe, 54).

Eurobarómetro Nº.53 (Abril-Mayo 2000): El estudio incluía de nuevo la pregunta anterior, y esta vez los porcentajes obtenidos fueron del 29% y del 65%, respectivamente. Además, se preguntaba también por las áreas políticas a las que el Parlamento Europeo debería prestar particular atención, y la investigación científica y tecnológica fue elegida por el 10% de los entrevistados (Eurobarómetro Nº.53-Informe, 41, 62).

Eurobarómetro Nº.54.1 (Noviembre-Diciembre 2000): Planteó las mismas preguntas sobre ciencia que la encuesta anterior. En esta ocasión los porcentajes obtenidos en la primera fueron 28% y 67%, respectivamente y, en la segunda, el 10% del público mencionó la investigación científica (Eurobarómetro Nº.54.1-Informe, 66, 90).

Eurobarómetro Nº.55.1 (Abril-Mayo 2001): Contenía una sección (*Eurobarómetro Nº.55.1OVR*) con preguntas dirigidas únicamente a jóvenes de entre 15 y 24 años. En una de ellas –formulada anteriormente en el Eurobarómetro Nº.47.2OVR-, se enumeraban diez cualidades y se pedía a los jóvenes que nombrasen las tres que consideraban más útiles para encontrar un trabajo. La cualificación

[228] Esta vez, las fuentes menos citadas fueron también los partidos políticos en general (3%), y la Industria (2%).

científica, ocupó de nuevo la última posición, con un 9% de menciones (Eurobarómetro Nº.55.1OVR-Informe, 10).[229]

Eurobarómetro Nº.56.2 (Octubre-Noviembre 2001): Se preguntó de nuevo a los participantes por sus preferencias sobre la toma de decisiones en la política de investigación científica y tecnológica. Esta vez, el 27% era partidario de la alternativa nacional, y el 68%, de la comunitaria (Eurobarómetro Nº.56.2-Informe I, 51). El estudio dedicaba una serie de preguntas al tema de los residuos nucleares. En una de ellas se enumeraban ocho fuentes de información, y se pedía los entrevistados que dijesen aquellas en las que confiarían para que les proporcionasen información sobre la forma en que se manejan los desechos radiactivos en su país y en otros países de la Unión Europea. En el primer caso, los científicos independientes fueron la fuente más citada (32%), seguidos de las organizaciones no gubernamentales preocupadas por el medioambiente (31,4%), del Gobierno de su país (28,5%), y de las agencias nacionales encargadas de manejar los desechos radiactivos (27%). Y en el segundo caso, los científicos independientes volvieron a ser la fuente más citada (26,7%), seguidos de las organizaciones no gubernamentales preocupadas por el medioambiente (25,7%), de las organizaciones internacionales que trabajan en los usos pacíficos de la energía nuclear (22,1%), y de la Unión Europea (21,2%) (Eurobarómetro Nº.56.2-Informe II, 16).[230]

Eurobarómetro Nº.57.1 (Marzo-Mayo 2002), *Eurobarómetro Nº.58.1* (Octubre-Noviembre 2002), *Eurobarómetro Nº.59.1* (Marzo-Abril 2003), y *Eurobarómetro Nº.60.1* (Octubre-Noviembre 2003): En todos ellos se volvió a preguntar por las preferencias nacionales o comunitarias del público, en lo referente a las decisiones sobre la política de investigación científica y tecnológica. En los dos primeros, el 27% de los participantes se inclinó por la opción nacional, y el 68%, por la comunitaria. En el tercero y en el cuarto los resultados variaron mínimamente (27%-67% y 28%-66%, respectivamente) (Eurobarómetro Nº.57.1-

---

[229] La otras cualidades que se presentaron obtuvieron los siguientes porcentajes: '*dominio de idiomas*' (44%), '*conocimientos de informática*' (43%), '*una buena formación general*' (40%), '*habilidades de comunicación*' (39%), '*habilidades para trabajar en grupo*' (27%), '*una buena apariencia*' (25%), '*ambición*' (22%), '*haber acabado un curso de aprendizaje o de formación apropiado*' (20%), y '*conocimiento en el mundo de los negocios*' (10%).

[230] Las fuentes menos citadas en ambos casos fueron: '*la industria nuclear*' (10,2%), '*la Unión Europea*' (11%), '*las organizaciones internacionales que trabajan en los usos pacíficos de la energía nuclear*' (22,3%), y '*los medios de comunicación*' (22,8%), en el primer caso. Y en el segundo, '*el Gobierno de su país*' (9,1%), '*la industria nuclear*' (10,2%), '*las agencias nacionales encargadas de manejar los desechos radiactivos*' (13,7%), y '*los medios de comunicación*' (16,6%).

Informe, 65; Eurobarómetro Nº.58.1-Informe, 109; Eurobarómetro Nº.59.1-Informe, 94, Eurobarómetro Nº.60.1-Informe, 69).

Eurobarómetro Nº.61 (Febrero-Marzo 2004): Introdujo una pregunta nueva en la que se citaban seis áreas financiadas por la Unión Europea y se preguntaba al público en cuál de ellas creía que se gastaba la mayor parte del presupuesto de la Unión. La investigación científica fue la opción menos citada, con un 5% de encuestados que pensaba que recibía la mayor parte del presupuesto (Eurobarómetro Nº.61-Informe, B.25).[231]

Eurobarómetro Nº.62.0 (Octubre-Noviembre 2004): Volvió a plantear la pregunta anterior y se obtuvo el mismo resultado. El 5% consideraba que la investigación científica obtenía la mayor parte del presupuesto de la Unión, lo que situaba de nuevo en la última posición, respecto a las demás áreas propuestas (Eurobarómetro Nº.62.0-Informe, 49). Además, el estudio retomó la pregunta sobre la preferencia nacional o comunitaria de la toma de decisiones relacionadas con la política de investigación científica y tecnológica. La primera opción fue apoyada por el 28%, y la segunda por el 67% (Eurobarómetro Nº.62.0-Informe, 35).[232]

Eurobarómetro Nº.62.1 (Octubre-Diciembre 2004): Una de las preguntas enumeraba catorce fuentes de información, y se pedía a los encuestados que citasen las tres en las que más confiaban a la hora de informarse sobre cuestiones medioambientales. Los científicos fueron la segunda fuente más citada (32%), precedidos de las asociaciones de protección del medioambiente (Green Peace, ADENA, etc.) (42%), y seguidos de la televisión (27%), las asociaciones de consumidores y otras asociaciones de

[231] Estos resultados corresponden a los quince países que integraban la Unión Europea hasta el 1 de mayo de 2004. Por otro lado, se planteó esta misma pregunta a los diez nuevos países miembros que entraron a formar parte de la Unión en esta fecha - República Checa, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Malta, Polonia, Chipre (la parte grecochipriota) -, y a otros tres países candidatos –Turquía, Rumanía, y Bulgaria. La investigación científica también fue la opción menos citada entre los países del primer grupo (4%), mientras que en entre los del tercer grupo, fue la tercera más citada (12%) (Eurobarómetro 2004.1, C127).

[232] A partir de este estudio, los resultados de los Eurobarómetros de carácter general incluyeron la participación de los diez nuevos países miembros de la Unión Europea. Además, esta vez se incluía la opinión de cuatro países candidatos a formar parte de la Unión (Bulgaria, Rumanía, Croacia, y Turquía), y de la parte norte de Chipre. En el caso de los participantes de este grupo, el 7,6% creía que la investigación científica que recibía la mayor parte del presupuesto, el 22,8% era partidario de la toma decisiones a nivel nacional sobre política de investigación científica y tecnológica, y el 66,8%, lo era de la opción comunitaria (Eurobarómetro Nº.62.0-Anexos, 192, 166).

ciudadanos (18%), y de los periódicos (15%).[233] En esta ocasión, un mayor nivel educativo favorecía la confianza en los científicos, fundamentalmente entre los encuestados habían prolongado sus estudios por encima de la edad de veinte años (40%), mientras que se advertía una disminución notable de confianza en que aquellos que los habían abandonado a los quince años (22%) (Eurobarómetro Nº.62.1-Informe, 20).

Eurobarómetro Nº.63.2 (Febrero-Marzo 2005): Esta vez la pregunta sobre la confianza en las fuentes de información se vinculaba al tema del tratamiento de los desechos radiactivos en los respectivos países. Se enumeraban ocho fuentes con el fin de evaluar la confianza del público a la hora de obtener información sobre el tema. El 38% mencionó a los científicos independientes, lo que los situaba en la segunda posición de confianza, por detrás de las organizaciones no gubernamentales preocupadas por el medioambiente (39%), y seguidos de las organizaciones internacionales que trabajan en los usos pacíficos de la tecnología nuclear (30%), y de las agencias nacionales encargadas de manejar los desechos radiactivos (26%).[234] De nuevo, un mayor nivel educativo favorecía significativamente la confianza en los científicos independientes, con una diferencia de diecinueve puntos entre los que habían finalizado sus estudios a los quince años (30%), y los que lo habían hecho por encima de los veinte (49%) (Eurobarómetro Nº.63.2-Informe, 65).

Eurobarómetro Nº.63.4 (Mayo-Junio 2005): Dos de las preguntas hacían referencia a la investigación científica. En la primera se enumeraban diez áreas diferentes y se preguntaba al público si creía que la Unión Europea estaba por delante, por detrás, o al mismo nivel que Estados Unidos, en cada una de ellas. El 54% respondió que la Unión estaba por detrás de Estados Unidos en lo referente a la investigación científica, el 12%, que estaba por delante, y el 23%, que estaban al mismo nivel. En innovación tecnológica los porcentajes respectivos fueron de 47%, 15%, y 24%, y en investigación

---

[233] La fuentes menos citadas fueron: '*las empresas*' (2%), '*los sindicatos*' (3%), '*la radio*' (7%), '*la familia/vecinos/amigos/compañeros*' (8%), '*los profesores de colegios o universidades*' (8%), '*el Gobierno nacional*' (11%), '*la Unión Europea*' (12%), '*el Gobierno autonómico/local*' (12%), y '*los partidos políticos que defienden el medioambiente (Los Verdes, etc.)*' (13%).

[234] Las fuentes que menos confianza despertaban entre el público fueron: '*la industria nuclear*' (11%), '*los medios de comunicación*' (13%), '*la Unión Europea*' (14%), y '*el Gobierno nacional*' (19%).

médica, de 51%, 14%, y 24% (Eurobarómetro Nº.63.4-Informe, 48).[235] En la segunda pregunta se enumeraban seis áreas financiadas por la Unión Europea y se pedía a los participantes que dijesen cuál era, a su juicio, la que recibía la mayor parte del presupuesto de la Unión Europea. Al igual que había sucedido las dos veces anteriores en las que se había formulado esta pregunta (Eurobarómetros Nº.61 y Nº.62.0), la investigación científica fue la opción menos citada y, de nuevo, tan sólo el 5% optó por ella (Eurobarómetro Nº.63.4-Informe, 90).[236]

Eurobarómetro Nº.64.1 (Septiembre-Octubre 2005): Se planteó de nuevo la pregunta sobre la confianza en ciertas fuentes de información, relacionada esta vez con el tema de los riesgos alimentarios (con la opción de elegir un máximo de dos fuentes). Los resultados indicaron que en el caso de producirse un riesgo de este tipo, los científicos serían la tercera fuente a la que recurría el público, al ser mencionada por el 30% de los entrevistados. Los dos primeros puestos los ocuparon las asociaciones de consumidores (32%), y los médicos (32%) (Eurobarómetro Nº.64.1-Informe, 57).[237]

Eurobarómetro Nº.64.2 (Octubre-Noviembre 2005): Cuatro de las preguntas del cuestionario hacían referencia a la ciencia. En la primera de ellas, se mostraban dieciocho temas o áreas políticas de la Unión Europea, y se pedía a los participantes que nombrasen aquellas sobre las que les gustaría tener más información. La política en los ámbitos de la ciencia, la investigación, y el desarrollo, fue la séptima más citada, con un 22% de menciones, lo que representaba un aumento significativo respecto al 13,4% obtenido en el Eurobarómetro Nº.49, en el que se había formulado esta pregunta por primera vez (Eurobarómetro Nº.64.2-Informe, 93). El 26% de los encuestados prefería que las decisiones vinculadas a la política sobre investigación científica y tecnológica se tomasen a nivel nacional, mientras que el 69%, era partidario de que se tomasen a nivel comunitario (Eurobarómetro Nº.64.2-Informe, 160). En la tercera pregunta se enumeraban seis posibles áreas de financiación de la Unión Europea, y se pedía a los

---

[235] Resulta significativo que de las diez áreas propuestas, las tres citadas fueron, junto a la creación de empresas, las cuatro que el público consideraba que estaban por detrás de Estados Unidos.
[236] El estudio también recogía la opinión del público de los cuatro países candidatos a la Unión (Bulgaria, Rumanía, Croacia, y Turquía), y de la parte norte de Chipre. En este caso, los tríos de porcentajes para cada una de las tres áreas analizadas fueron (37%-19,2%-23,2%), (34,6%-20%-22,6%), y (33,8%-21%-23,2%), respectivamente. Por otro lado, el 13,6% de los participantes de estos países respondió que la investigación científica acaparaba la mayor parte del presupuesto de la Unión Europea.
[237] El resto de fuentes obtuvo los siguientes porcentajes: '*la autoridades públicas*' (22%), '*los medios de comunicación*' (17%), '*la industria agroalimentaria*' (6%), '*los granjeros*' (6%), y '*los supermercados o tiendas* (3%).

participantes que señalasen la que consideraban que era la que recibía la mayor parte del presupuesto de la Unión Europea. El 6% eligió la investigación científica, lo que la situaba en la última posición (Eurobarómetro Nº.64.2-Informe, 88). Por último, se presentaron diez áreas distintas y se preguntó si la Unión Europea estaba por delante, por detrás, o al mismo nivel que Estados Unidos, en cada una de ellas. En el caso de la investigación científica, el 50% de los encuestados respondió que la Unión estaba por detrás de Estados Unidos, el 13%, que estaba por delante, y el 26%, que estaban al mismo nivel. En innovación tecnológica, los porcentajes respectivos fueron de 43%, 16%, y 27%, y en investigación médica, de 46%, 16%, y 26% (Eurobarómetro Nº.64.2-Informe, 145).[238]

Eurobarómetro Nº.65.3 (Mayo-Junio 2006): Dedicaba una sección a las tecnologías de la energía, y una de las preguntas trataba de evaluar la confianza pública en la información procedente de ocho posibles fuentes. Los científicos eran los que más confianza inspiraban, con un 71% de entrevistados que declaraba confiar mucho o totalmente en ellos, frente al 24% que decía no confiar mucho o nada (Eurobarómetro Nº.65.3-Informe, 24).[239] Por otra parte, el 43% de los encuestados mostraba su confianza en el progreso científico y tecnológico, y veía muy probable o bastante probable que, gracias a él, dentro de treinta años la utilización de la energía no dañaría el medioambiente. Por el contrario, el 45% no lo consideraba algo muy probable, o lo consideraba muy improbable (Eurobarómetro Nº.65.3-Informe, 54). A pesar de ello, un 60% consideraba que la investigación científica en el campo de la energía debería ser prioritaria para la Unión Europea, frente al 33% que mostraba más reservas al respecto, y al 5% que consideraba que no debería ser prioritaria en absoluto (Eurobarómetro Nº.65.3-Informe, 43).

---

[238] Al igual que en el Eurobarómetro Nº.63.4, estas tres áreas –junto a la creación de empresas-, fueron las cuatro que el público consideraba que estaban por detrás de Estados Unidos. Por otro lado, este estudio también recogió la opinión de los cuatro países candidatos a la Unión Europea, y de la parte norte de Chipre. El 13,2% de los encuestados de estos países, respondió que le gustaría tener más información sobre la acción política vinculada a la ciencia, la investigación, y el desarrollo. El 26,5% era partidario de la opción nacional, referida a la toma de decisiones en la política científica, y el 63%, se inclinaba por la opción comunitaria (esta pregunta no se formuló en la parte norte de Chipre). El 10,6%, pensaba que la investigación científica era la que recibía la mayor parte del presupuesto de la Unión Europea. Y, finalmente, los tríos de porcentajes para cada una de las tres áreas analizadas con relación a la situación de la Unión Europea respecto a Estados Unidos fueron (33,6%-19,8%-25,6%), (30,6%-19,2%-26,2%), y (29,8%-22,4%-26,8%) (Eurobarómetro Nº.64.2-Informe, 160).

[239] El resto de fuentes obtuvo los siguientes pares de porcentajes: '*las organizaciones para la protección del medioambiente, o asociaciones de consumidores*' (64%-29%), '*la Unión Europea*' (44%-49%), '*el Gobierno regional/local*' (38%-57%), '*las compañías eléctricas, de gas, y otras compañías del sector energético*' (35%-59%), '*los periodistas*' (31%-64%), '*el Gobierno nacional*' (29%-66%), '*los partidos políticos*' (13%-82%).

El Eurobarómetro Nº.65.4 (Junio-Julio 2006): Una de las secciones del estudio estaba dedicada a la investigación médica y biológica. Cuando se pidió a los encuestados que valoraran su interés en una serie de temas, el 60% se mostró muy interesado o bastante interesado en la ciencia y la tecnología, mientras que el 40% no estaba muy interesado o nada interesado. En el caso de la investigación médica y de la salud, los porcentajes eran de 71%, y 28%, respectivamente.[240] (Eurobarómetro Nº.65.4-Informe, 5). Otra de las preguntas tenía como objetivo evaluar el nivel de confianza del público en once fuentes de información. Se pedía a los encuestados que eligiesen aquellas (un máximo de cuatro) en las que confiarían más la hora de informarse sobre investigaciones biológicas y médicas. Los médicos o el personal sanitario fueron los más citados (53%), seguidos de los investigadores que trabajan en la universidad o en un laboratorio del gobierno (47%), los periodistas especializados que escriben en revistas científicas o de la salud (31%), y de las instituciones internacionales (UE, ONU, organizaciones en el ámbito de la salud, etc.) (25%) (Eurobarómetro Nº.65.4-Informe, 32).[241]

Eurobarómetro Nº.66.1 (Septiembre-Octubre 2006): Cuatro de las preguntas del cuestionario hacían referencia a la ciencia. En primer lugar, el 26% de los participantes afirmó que las decisiones relativas a la investigación científica y tecnológica debería tomarlas el Gobierno de su país, mientras que el 70%, opinaba que deberían tomarse de forma conjunta en el seno de la Unión Europea (Eurobarómetro Nº.66.1-Informe, 171). En segundo lugar, el 6% pensaba que la mayor parte del presupuesto de la Unión Europea se gastaba en investigación científica, lo que hacía de esta opción la menos citada, como había sucedido en todas las ocasiones anteriores en las que se había planteado esta cuestión (Eurobarómetro Nº.66.1-Informe, 155). En la tercera pregunta, tras enumerar una serie de áreas, se pidió al público que dijese si creía que la Unión Europea estaba por delante, por detrás, o al mismo nivel que Estados Unidos,

---

[240] El sexo y el nivel de educación determinaban significativamente el interés en la ciencia y la tecnología. El 71% de los hombres admitía estar interesado en este tema, frente al 49% de las mujeres, y 73% de aquellos que habían terminado sus estudios a los veinte años, frente a los que los había terminado a los quince años o antes (46%).

[241] Las fuentes menos citadas fueron las siguientes: '*los museos, exposiciones, o festivales (incluyendo exposiciones sobre ciencia)*' (5%), '*el Gobierno (regional, nacional)*' (10%), '*los profesores*' (10%), '*otros periodistas (prensa, radio, revistas)*' (11%), '*los compañeros de trabajo, amigos, y familiares*' (13%), '*los periodistas de televisión*' (19%), y '*las organizaciones no gubernamentales, o asociaciones como asociaciones de consumidores, caritativas*', '*grupos de pacientes, o grupos de interés*' (19%). Por otro lado, los encuestados que habían afirmado estar interesados en la ciencia y la tecnología, y en la investigación médica, tenían mucha más confianza en los médicos o personal sanitario (55%), en los investigadores de la universidad o de laboratorios del gobierno (52%), en los periodistas especializados (34%), en las instituciones internacionales (27%), y en las organizaciones no gubernamentales (20%), que los que habían admitido no estar interesados (43%, 30%, 19%, 18%, y 14% respectivamente). Por último, el nivel de educación parecía influir de forma notable en la confianza depositada en los investigadores, como fuente de información, dado que fueron citados por el 58% de los que habían terminado sus estudios a los 20 años o más, y sólo por el 36% de los que habían dejado los estudios a los quince años.

en cada una de ellas. El resultado fue similar al obtenido en estudios anteriores, tres de las cuatro áreas que el público creía que se encontraban más atrasadas en la Unión Europea, fueron de nuevo, la investigación científica, la investigación médica, y la innovación tecnológica. Respecto a la primera, un 50% contestó que estaba por detrás, un 14% que estaba por delante, y un 49% que estaban al mismo nivel. Los porcentajes de la segunda fueron 43%, 16%, y 27%, respectivamente y, los de la tercera, 43%, 18%, y 27% (Eurobarómetro Nº.66.1-Informe, 68). Finalmente, en la última de las preguntas se enumeraban nueve áreas distintas y se pedía a los encuestados que dijeran cómo creían afectaría la globalización a cada una de ellas. El 62% consideraba que la globalización beneficiaría principalmente a los avances científicos y tecnológicos, teniendo un efecto bastante positivo sobre ellos, el 15% respondió que el que efecto sería bastante negativo, y el 8% que no tendría efecto alguno (Eurobarómetro Nº.66.1-Informe, 89).[242]

Eurobarómetro Nº.66.2 (Octubre-Noviembre 2006): En una de las secciones, dedicada a la seguridad de la energía nuclear, se presentaban nueve instituciones y grupos profesionales, y se pedía a los entrevistados que citaran los tres en los que más confiarían para informarse sobre ese tema. Los científicos, citados por el 48%, fueron los más mencionados, seguidos de las organizaciones no gubernamentales preocupadas por el medioambiente (30%), las autoridades de seguridad nuclear de su país (28%), los periodistas (televisión, radio, periódicos) (26%), y de las organizaciones internacionales que trabajan en los usos de la energía nuclear (26%) (Eurobarómetro Nº.66.2-Informe, 51).[243]

Eurobarómetro Nº.66.3 (Noviembre-Diciembre 2006): De nuevo se planteó la pregunta sobre la confianza en distintas fuentes de información, asociada esta vez al tema de la agricultura y la política agrícola de la Unión Europea. La comunidad científica ocupó la cuarta posición con un 23% de

---

[242] Los resultados expuestos corresponden a los veinticinco países miembros que componían la Unión Europea cuando se realizó el estudio. La encuesta también se llevó a cabo en los cuatro países candidatos a la Unión Europea y en la parte norte de Chipre. Por lo que respecta a las decisiones relativas a la investigación científica y tecnológica, el 29,3% de los participantes de estos países era partidario de la opción nacional, y el 63,3%, lo era de la comunitaria (la pregunta no se formuló en la parte norte de Chipre). El 9% creía que la investigación científica recibía la mayor parte del presupuesto de la Unión. A su vez, los tríos de porcentajes para cada una de las tres áreas analizadas con relación a la situación de la Unión Europea respecto a Estados Unidos fueron (35%-19,8%-27,8%), (31,2%-22,2%-28,4%), y (35,2%-19,8%-25,6%). Y, finalmente, el 54,2% pensaba que la globalización tendría un efecto bastante positivo sobre los avances científicos y tecnológicos, el 10,6%, creía que el efecto sería bastante negativo, y el 6,6%, que no tendría ningún efecto (Eurobarómetro Nº.66.1-Informe, 229).

[243] Las fuentes en las que menos confiaba el público, fueron: '*familiares y amigos*' (9%), '*las empresas energéticas que dirigen las plantas de energía nuclear*' (11%), '*la Unión Europea*' (15%), y '*el Gobierno nacional*' (17%).

menciones, precedida de las asociaciones de consumidores y de protección del medioambiente (38%), los expertos y especialistas en agricultura (34%), y de los agricultores y sus asociaciones (28%) (Eurobarómetro Nº.66.3-Informe, 61).[244]

Eurobarómetro Nº.67.1 (Febrero-Marzo 2007): Introdujo una pregunta nueva que, a nuestro juicio, resulta muy relevante en la medida en que ofrece una nueva perspectiva de la imagen pública de la ciencia. Se presentaban doce categorías distintas y se ofrecía a los encuestados la posibilidad de escoger aquellas que asociaban con la palabra 'cultura'.[245] La categoría '*el conocimiento y la ciencia*' (vinculados a la investigación), fue la quinta más citada (18%). El primer lugar lo ocuparon las artes (escénicas y visuales – la arquitectura, la pintura, las galerías de arte, etc.) (39%), seguidas de las tradiciones, los idiomas, las costumbres, y las comunidades culturales o sociales (24%), la literatura, la poesía, etc. (24%), y la educación y la familia (20%) (Eurobarómetro Nº.67.1-Informe, 5).[246]

Eurobarómetro Nº.67.2 (Abril-Mayo 2007): El 24% de los entrevistados manifestó su preferencia por una toma de decisiones a nivel nacional en materia de investigación científica y tecnológica, mientras que el 71% era partidario de que se llevase a cabo de manera conjunta a nivel comunitario (Eurobarómetro Nº.67.2-Informe I, 140). Por otro lado, el 18% de los encuestados creía que la gente de su país estaba bien informada acerca de las medidas adoptadas, a nivel de la Unión Europea, en lo concerniente a la investigación científica y tecnológica, frente al 74% que opinaba lo contrario. A su vez, el 18% respondió que se consideraba a sí mismo bien informado sobre el tema, mientras que el 78% decía no estarlo. Los resultados pusieron de manifestó que el nivel de información percibido por los encuestados sobre este tema en ambos casos, y en comparación con el resto de temas propuestos, era el más bajo en el primero, y el penúltimo en el segundo (Eurobarómetro Nº.67.2-Informe I, 122, 127). En otra de las preguntas se presentaban doce temas y se proponía al público que eligiese aquellos (un máximo de tres) que a su juicio creaban un mayor sentimiento de comunidad entre los ciudadanos europeos. Los inventos, la

---

[244] Las fuentes menos citadas fueron: '*el Gobierno nacional*' (10%), '*la Unión Europea*' (12%), '*la familia y los amigos*' (17%), y '*los periodistas*' (22%). El nivel educativo de los encuestados volvió a resultar determinante a la hora de manifestar la confianza en los científicos, el 32% de los que habían finalizado sus estudios a los veinte años o más, mencionaron a la comunidad científica, mientras que tan sólo fue mencionada por el 16% de los que habían dejado los estudios a los quince años o antes.
[245] Los resultados de este estudio recogen la participación de veintisiete Estados miembros, dado que en enero de 2007 se produjo la incorporación de Rumanía y Bulgaria a la Unión Europea.
[246] España fue el país, junto a Italia, en el que la categoría asociada a la ciencia obtuvo el mayor porcentaje (35%).

ciencia, y la tecnología obtuvieron un 14% de menciones, ocupando la novena posición (Eurobarómetro Nº.67.2-Informe I, 64).[247] A continuación se nombraron otros doce temas y se pidió a los encuestados que señalasen los tres que creían que deberían ser enfatizados por las instituciones europeas en los próximos años, con el fin de reforzar la Unión Europea en el futuro. La investigación científica fue mencionada por el 13%, y ocupó la décima posición (Eurobarómetro Nº.67.2-Informe I, 179).

Eurobarómetro Nº.68.1 (Septiembre-Noviembre 2007): El 23% de los participantes estaba a favor de que las decisiones relacionadas con la investigación científica y tecnológica debía tomarlas el Gobierno de su país, y el 72% prefería que se tomasen de manera conjunta en el seno de la Unión Europea (Eurobarómetro Nº.68.1-Informe I, 109). A continuación, se propusieron doce temas y se pidió a los encuestados que eligieran los que consideraban (un máximo de tres) que debían de ser enfatizados por las instituciones europeas en los próximos años, para reforzar la Unión Europea en el futuro. La investigación científica quedó en la octava posición, con un 15% de menciones (Eurobarómetro Nº.68.1-Informe I, 136). En otra de las preguntas se enumeraban once áreas políticas cuyo desarrollo era defendido por el Parlamento Europeo a nivel de la Unión Europea, y los entrevistados tenían que elegir las cuatro que a su juicio debían de ser prioritarias. La opción vinculada a la investigación científica y el desarrollo (I+D), fue mencionada por el 20%, lo que la situó en la penúltima posición (Eurobarómetro Nº.68.1-Informe II, 60).

Eurobarómetro Nº.68.2 (Noviembre-Diciembre 2007): Se planteó de nuevo la pregunta sobre la confianza pública en la información suministrada por doce instituciones o grupos profesionales, referida esta vez a la información medioambiental. Los científicos, junto a las asociaciones de protección del medioambiente (Green Peace, etc.), fueron las fuentes de información más citadas (36%), seguidas de la televisión (22%), las asociaciones de consumidores y otras asociaciones de ciudadanos (18%), y de las organizaciones internacionales (13%) (Eurobarómetro Nº.68.2-Informe, 70).[248]

---

[247] Los ocho temas que se situaron por delante fueron: '*la cultura*' (27%), '*la economía*' (27%), '*la historia*' (21%), '*los deportes*' (20%), '*la solidaridad con las regiones más pobres*' (17%), '*los idiomas*' (17%), y '*la geografía*' (16%).
[248] Las fuentes menos citadas fueron: '*los sindicatos*' (2%), '*las empresas*' (2%), '*la radio*' (5%), '*el Gobierno autonómico/local*' (6%), '*la familia/vecinos/amigos/compañeros*' (7%), '*los profesores de colegios o universidades*' (8%), '*los partidos políticos que defienden el medioambiente (Los Verdes, etc.)*' (8%), '*el Gobierno nacional*' (9%), '*la Unión Europea*' (10%), y '*los periódicos*' (11%).

Eurobarómetro Nº.69.1 (Febrero-Marzo 2008): El estudio dedicaba una sección al tema de los desechos radiactivos, y se formuló de nuevo la pregunta anterior relacionada con el tratamiento de los mismos en los respectivos países. De las ocho propuestas, los científicos resultaron ser la fuente de información en la que más confiaban los encuestados (40%), seguidos de las organizaciones no gubernamentales preocupadas por el medioambiente (38%), las organizaciones internacionales que trabajan en los usos pacíficos de la tecnología nuclear (32%), y de las agencias nacionales encargadas de manejar los desechos radiactivos (30%). Como ya había sucedido anteriormente, el nivel educativo de los encuestados influía considerablemente la confianza que expresaban hacia los científicos como fuente de información. Fueron mencionados por el 48% de los que habían finalizado sus estudios a los veinte años o más, frente al 33% de quienes los habían dado por concluidos a los 15 años o antes (Eurobarómetro Nº.69.1-Informe, 85).[249] Otra de las preguntas estaba dirigida a evaluar los conocimientos que los encuestados poseían sobre el tema de los residuos radiactivos, de forma que se presentaban una serie de afirmaciones y los participantes tenían que decir si eran verdaderas o falsas. En una de esas ellas se decía que en algunos centros de investigación científica se producían residuos radiactivos. El 72% dio la respuesta correcta al responder afirmativamente, y el 8% respondió de forma incorrecta (Eurobarómetro Nº.69.1-Informe, 62).[250]

Eurobarómetro Nº.69.2 (Marzo-Mayo 2008): El 25% de los encuestados consideraba que las decisiones en materia de investigación científica y tecnológica debían de ser tomadas por el Gobierno de cada país, mientras que el 70% defendía la participación conjunta de los países miembros de la Unión Europea (Eurobarómetro Nº.69.2-Informe, 15).

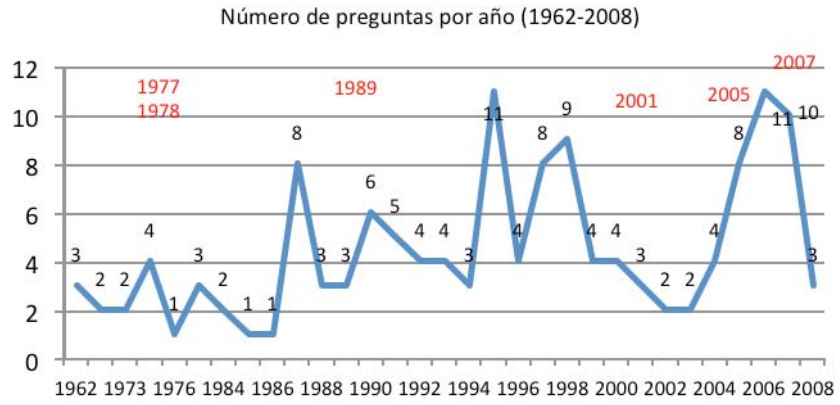
Tras el análisis exhaustivo de las 69 oleadas correspondientes a los Eurobarómetros estándar, realizados entre abril de 1974 y mayo de 2008 (incluyendo las distintas secciones que configuraban los estudios en algunas ocasiones), y las cuatro encuestas de carácter general llevadas a cabo antes de la puesta en marcha de los Eurobarómetros, estamos en disposición de intentar responder a la pregunta

[249] Las demás fuentes obtuvieron los siguientes porcentajes: '*los medios de comunicación'* (12%), '*la industria nuclear*' (12%), '*la Unión Europea*' (17%), '*el Gobierno nacional*' (21%).
[250] Esta misma pregunta se planteó en el Eurobarómetro Nº.63.2, si bien en aquella ocasión, el enunciado de la opción analizada aquí, no especificaba el carácter científico de estos centros. Los porcentajes obtenidos entonces fueron del 77% y del 7%, respectivamente (Eurobarómetro Nº.63.2-Informe, 9).

que planteamos al final del apartado 4.3.2. Allí sugerimos la posibilidad de recurrir a los resultados que hemos presentado en este apartado, con el fin de paliar las carencias identificadas en los Eurobarómetros específicos (falta de periodicidad, poca coherencia interna, y constantes modificaciones de la formulación de los enunciados).

Hemos hallado que un total de 70 secciones o estudios contenían alguna pregunta relacionada con la ciencia y la tecnología en general. El número de preguntas identificadas asciende a 137, distribuidas a lo largo del tiempo como se muestra a continuación (hemos anotado en rojo las fechas en las que se realizaron Eurobarómetros específicos sobre el tema):

Gráfica 68



Las 137 preguntas encontradas se corresponden con 39 formulaciones diferentes –con enunciados que varían a menudo de un estudio a otro–. La frecuencia de aparición de esas 39 formulaciones queda reflejada en la siguiente gráfica:

Gráfica 69

Si se tiene en cuenta que tan sólo se han realizado seis Eurobarómetros de carácter específico –uno de ellos (año 2007) dedicado únicamente a la investigación científica en los medios de comunicación– y que no en todos ellos se formularon regularmente las mismas preguntas, podríamos aventurar que al menos 6 de las formulaciones aparecidas en los estudios de carácter general nos ofrecerían la misma regularidad que una 'hipotética' pregunta formulada en cada uno de los estudios de carácter específico.[251] En principio podría parecer que 6 formulaciones distribuidas entre tres bloques diferentes no supone una aportación lo suficientemente significativa como para ser tenida en cuenta. Sin embargo, debemos comprobar efectivamente cómo se distribuyen las 39 formulaciones entre los tres bloques.

Tras hacerlo, constatamos que de los 39 enunciados, 31 pertenecen al tercer bloque, y los restantes al primero. A su vez, de los 6 enunciados que presentan un mayor número de apariciones, tan sólo el quinto más repetido podía incluirse dentro del primer bloque. Esto supondría la posibilidad de añadir, en el caso de que se diera, la alta regularidad aportada por cinco enunciados a uno de los bloques.

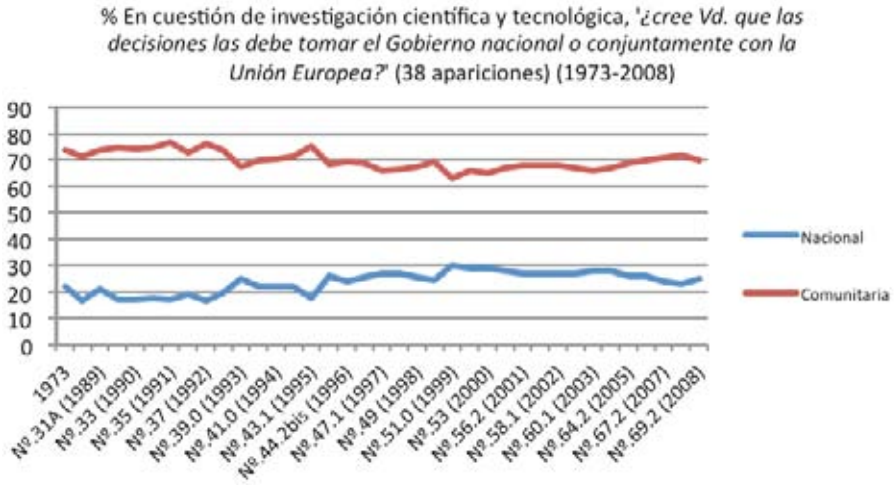
---

[251] Los 6 enunciados que en principio presentan un mayor número de apariciones son: 1º. "*En cuestión de investigación científica y tecnológica, ¿cree usted que las decisiones las debe tomar el Gobierno nacional o conjuntamente con la Unión Europea?*". 2º. Se trata de evaluar la confianza en una serie de fuentes –entre las que se incluye a los científicos- que pueden ofrecer información sobre un determinado tema. 3º. Se mencionan una serie de temas –entre los que se encuentra la investigación científica y tecnológica- y el encuestado tiene que elegir aquellos que considera que deberían ser objeto de particular atención por parte del Parlamento Europeo. 4º. Se mencionan una serie de temas –entre los que se encuentra la investigación científica- y se solicita al entrevistado que mencione los que considera más importantes. 5º. Se mencionan una serie de temas –entre los que se encuentra la ciencia y la tecnología- y se pide al encuestado que menciones aquellos que le interesan bastante. 6º. Se mencionan 6 áreas financiadas por la UE –una de las cuales es la investigación científica y tecnológica- y se pregunta en cuál de ellas cree que se gasta la mayor parte del presupuesto de la UE.

Sin embargo, tras analizar en detalle los 6 enunciados que presentan un mayor número de apariciones, se comprueba que sólo de ellos mantienen la estabilidad necesaria a lo largo del tiempo como para poder establecer comparaciones fiables de un estudio a otro. En el resto se introducen modificaciones –ya sean en el número de opciones, en su formulación, o en el tipo de encuestados a los que se dirigen–, que imposibilitan la estabilidad exigida.

Las siguientes gráficas muestran los resultados correspondientes a los dos únicos enunciados que posibilitan la estabilidad comparativa de al menos 5 estudios:

Gráfica 70



Gráfica 71

Como ya se ha dicho, uno de los principales valores de los indicadores de percepción pública de la ciencia es la posibilidad de establecer correlaciones entre los diferentes resultados que son el fruto de la cuantificación periódica de la noción de *alfabetización científica* supuesta en los mismos. Pero para poder establecer dichas correlaciones es necesario haber definido previamente ítems estables en el tiempo y en el espacio. Buena parte de los resultados que ofrecen los Eurobarómetros de carácter específico sobre ciencia y tecnología, no logran alcanzar esa estabilidad debido a la continuas alteraciones que sufren los enunciados en las encuestas de un año a otro. En este apartado nos habíamos propuesto indagar la posibilidad de recurrir a los resultados que nos ofrecen los Eurobarómetros de carácter general en las preguntas vinculadas a la ciencia y la tecnología, con el fin de complementar la información de las encuestas específicas, en aras de una mayor estabilidad y regularidad de sus resultados. Sin embargo hemos mostrado que se trata de un empeño vano, puesto que a pesar de ser estudios que han incorporado preguntas sobre ciencia y tecnología durante más de tres décadas, no se ha mantenido el requisito de lograr formulaciones mínimamente estables –salvo en dos casos– que puedan contribuir a la configuración y consolidación de indicadores fiables basados en resultados comparables.

ANEXO II: ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tablas

Tabla 1. % Seguimiento regular de revistas –de divulgación y de información general– por tipo de público (1981)
Tabla 2. % Seguimiento regular de programas de televisión –de divulgación y de información general– por tipo de público (1981)
Tabla 3. *Hipótesis I*: Percepción de los científicos de las posibles coacciones institucionales a la popularización. Resultados totales y por 'adscripción institucional'
Tabla 4. Hipótesis II: Percepción de los científicos de las posibles coacciones institucionales a la popularización. Resultados totales y por 'tipo de científico'
Tabla 5. % Valoración del impacto positivo, negativo, o nulo, de la ciencia y la tecnología sobre cinco aspectos de la vida (1985,1992)
Tabla 6. % Afirmaciones sobre conocimientos científicos. Respuestas acertadas (1985-2006)
Tabla 7. % Opinión y valoración del riesgo de ocho tipos de investigaciones científicas (1978)
Tabla 8. % Afirmaciones sobre conocimientos científicos. Respuestas acertadas (1989, 1992, 2001, y 2005)
Tabla 9. % Valoración del carácter científico de diversas disciplinas (1992 y 2005)

Gráficas

Gráfica 1. Minutos de cobertura científica de las cadenas de televisión *ABC*, *CBS*, *NBC*, en los informativos nocturnos de días laborables (1988-2006)
Gráfica 2. % Uso de diferentes fuentes de información (1992-1999)
Gráfica 3. % Uso de fuentes de información sobre noticias de actualidad (2001-2006)
Gráfica 4. % Uso de fuentes de información sobre ciencia y tecnología (2001-2006)
Gráfica 5. % Uso de fuentes de información sobre temas de ciencia específicos (2001-2006)

Gráfica 6. % Noticias temáticas seguidas con atención por el público (1996-2006)
Gráfica 7. % Asistencia a museos de la ciencia y la tecnología, zoológicos o acuarios, o museos de historia natural, al menos una vez al año (1983-2001)
Gráfica 8. % Asistencia a centros de divulgación de la ciencia según el nivel educativo (2006)
Gráfica 9.1. % Público interesado en los nuevos descubrimientos científicos (1979-2001)
Gráfica 9.2. % Público interesado en los nuevos descubrimientos científicos (2001-2006)
Gráfica 10. % Público interesado en los nuevos inventos y tecnologías (1979-2001)
Gráfica 11. % Público interesado en la exploración espacial (1981-2001)
Gráfica 12. % Público interesado en los nuevos descubrimientos médicos (1985-2001)
Gráfica 13. % Nivel de información reconocido por el público sobre los nuevos descubrimientos científicos (1979-2004)
Gráfica 14. % Nivel de información reconocido por el público sobre los nuevos inventos y tecnologías (1979-2004)
Gráfica 15. % Nivel de información reconocido por el público sobre la exploración espacial (1981-2004)
Gráfica 16. % Nivel de información reconocido por el público sobre los nuevos descubrimientos médicos (1985-2004)
Gráfica 17. % Tipo de público con relación a los nuevos descubrimientos científicos (1979-2001)
Gráfica 18. % Tipo de público con relación a los nuevos inventos y tecnologías (1979-2001)
Gráfica 19. % Tipo de público con relación a la exploración espacial (1981-2001)
Gráfica 20. % Tipo de público con relación a los nuevos descubrimientos médicos (1985-2001)
Gráfica 21. % Tipo de público con relación a la ciencia y la tecnología (1979-2001)
Gráfica 22. % Comparativa entre los niveles de interés y de información declarados por el público
Gráfica 23. % Afirmaciones sobre conocimientos científicos –Media de aciertos (1988-2006)
Gráfica 24. % Comprensión de nociones relacionadas con el procedimiento científico (1957-2006)
Gráfica 25. % Reconocimiento público del procedimiento, las credenciales, y la validación externa, para considerar algo como científico (2006)
Gráfica 26. % Valoración del carácter científico de cinco disciplinas (2006)
Gráfica 27. % Valoración pública del carácter científico de la astrología (1979-2006)
Gráfica 28. % Valoración pública de los beneficios y perjuicios de la investigación científica (1979-2006)
Gráfica 29. % Valoración de afirmaciones favorables a la ciencia y la tecnología (1997-2004)

Gráfica 30. % Valoración de afirmaciones desfavorables a la ciencia y la tecnología (1997-2006)
Gráfica 31. % Evolución de cuatro valoraciones favorables a la ciencia y la tecnología (1983-2004)
Gráfica 32. % Valoración de la afirmación, "*Incluso si no conlleva beneficios inmediatos, la investigación científica que avanza en las fronteras del conocimiento, es necesaria y debería ser financiada por el gobierno federal*" (1985-2006)
Gráfica 33. % Valoración del gasto gubernamental en investigación científica (1981-2006)
Gráfica 34. % Valoración del gasto gubernamental en exploración espacial (1981-2006)
Gráfica 35. % 'Una gran confianza' en los responsables de cinco instituciones (1973-2006)
Gráfica 36. % 'Gran prestigio' atribuido por el público a cinco profesiones (1977-2006)
Gráfica 37.1. % Imagen pública de los científicos I (1997-2001)
Gráfica 37.2. % Imagen pública de los científicos II (2001)
Gráfica 38. % Consumo de revistas de divulgación científica (1989,1992)
Gráfica 39. % Consumo de artículos de ciencia en periódicos y de programas de ciencia en televisión (1992)
Gráfica 40. % Frecuencia de lectura y de asistencia (2005)
Gráfica 41. % Consumo de información sobre investigación científica en distintos medios (2007)
Gráfica 42.1. % Frecuencia de asistencia a centros de divulgación de la ciencia (1989 y 1992)
Gráfica 42.2. % Asistencia de los encuestados a centros de divulgación de la ciencia en el último año (2001 y 2005)
Gráfica 43. % Confianza a la hora de obtener información sobre radiactividad (1989)
Gráfica 44. % Citar las tres fuentes de mayor confianza para obtener información sobre una posible catástrofe en su zona (2001)
Gráfica 45. % Orden de importancia de seis fuentes de información sobre desarrollos científicos (2001)
Gráfica 46. % Citar las tres fuentes de mayor confianza para obtener información sobre los impactos en la sociedad de los desarrollos científicos y tecnológicos (2005)
Gráfica 47. % Citar las dos fuentes de mayor confianza sobre investigación científica (2007)
Gráfica 48. % Público interesado en los nuevos descubrimientos científicos (1989, 1992, 2005)
Gráfica 49. % Público interesado en los nuevos inventos y tecnologías (1989, 1992, 2005)
Gráfica 50. % Público interesado en los nuevos descubrimientos médicos (1989, 1992, 2005)
Gráfica 51. % Público interesado en ciencia y tecnología (2001)

Gráfica 52. % Nivel de información reconocido por el público sobre los nuevos descubrimientos científicos (1989, 1992, 2005)
Gráfica 53. % Nivel de información reconocido por el público sobre los nuevos inventos y tecnologías (1989, 1992, 2005)
Gráfica 54. % Nivel de información reconocido por el público sobre los nuevos descubrimientos médicos (1989, 1992, 2005)
Gráfica 55. % Nivel de información reconocido por el público sobre ciencia y tecnología (2001)
Gráfica 56. % Media de aciertos (1989, 1992, 2001, 2005)
Gráfica 57. % División del público según su nivel de conocimiento científico –respuestas acertadas– (2001, 2005)
Gráfica 58. % Comprensión de nociones relacionadas con el procedimiento científico (1989, 1992, 2001),,
Gráfica 59. % Valoración del carácter científico de la astrología (1989)
Gráfica 60. % Valoración del carácter científico de diversas disciplinas (2001)
Gráficas 61.1 y 61.2. % Valoración de la afirmación, "*Los beneficios de la ciencia son mayores que los efectos negativos que pueda tener*" (1989, 1992, 2001, 2005)
Gráfica 62.1. % Valoración de afirmaciones favorables a la ciencia y la tecnología (1989, 1992, 2005)
Gráfica 62.2. % Valoración de afirmaciones favorables a la ciencia y la tecnología (2001)
Gráfica 63.1. % Valoración de afirmaciones desfavorables a la ciencia y la tecnología (1989, 1992, 2005)
Gráfica 63.2. % Valoración de afirmaciones desfavorables a la ciencia y la tecnología (2001)
Gráficas 64.1 y 64.2. % Valoración de la afirmación, "*Aunque no reporten beneficios inmediatos, las investigaciones científicas que hacen avanzar el conocimiento deberían ser financiadas por el Gobierno*" (1989,1992, 2001, 2005)
Gráfica 65.1. % "*¿Cuál de las siguientes profesiones le causa a Vd. un mayor respeto?*" (1992)
Gráfica 65.2. % "*¿Sobre cuáles de estas profesiones tiene Vd. una mejor opinión?*" (2001)
Gráfica 66.1. % Valoración de la responsabilidad social de los científicos (2005)
Gráfica 66.2. % Valoración de la responsabilidad social de los científicos (2001)
Gráfica 67. % "*En cada uno de los siguientes campos, ¿podría usted decirme, por favor, si Europa va por delante, por detrás o al mismo nivel que los Estados Unidos?*" (1989, 1992, 2005)
Gráfica 68. Número de preguntas por año (1962-2008)

Gráfica 69. Número de apariciones (1962-2008)

Gráfica 70. % En cuestión de investigación científica y tecnológica, "*¿cree Vd. que las decisiones las debe tomar el Gobierno español o conjuntamente con la Unión Europea?*" (1973-2008)

Gráfica 71. Se citan 6 áreas financiadas por la UE -una de ellas es la investigación científica- y se pregunta en cuál de ellas se gasta la mayor parte del presupuesto de la Unión (2004, 2005, 2006)

BIBLIOGRAFÍA

- "Abbé Moigno's Translation of Tyndall's Lectures on Light." *The Academy*, 5 de Junio 1875, 580.
- Ahrweiler, Hélène (1995). "Una ética para la comunicación científica." *Quark, Ciencia, medicina, comunicación y cultura*, nº.1. http://www.prbb.org/quark/1/qk0102.htm
- Albagli, Sarita (1996). "Divulgação científica: informação científica para a cidadania?" *Ciência da Informação* 25, nº.3: 396-404.
- Algarotti, Francesco (1739). *Il Newtonianismo per le dame, ovvero, dialoghi sopra la luce e i colori*. Milán.
- Allum, Nick, Patrick Sturgis, Dimitra Tabourazi, y Ian Brunton-Smith (2008). "Science knowledge and attitudes across cultures: a meta-analysis." *Public Understanding of Science* 17, nº.1: 35-54.
- Altick, Richard D. (1957). *The English Common Reader: A Social History of the Mass Reading Public 1800-1900*. Chicago: The University of Chicago Press.
- American Association for the Advancement of Science. *150 Years of Advancing Science: A History of AAAS.* http://archives.aaas.org/exhibit/historyexhibit.php
- Anandakrishnan, M., Editor. (1985). "Planning and popularizing science and technology in developing countries." En *Science and technology for development series, Volume 4.* Oxford, The United Nations and Tycooly publishing limited.
- Andersen, Ida-Eslisabeth y Birgit Jaeger (1999). "Scenario workshops and consensus conferences: towards more democratic decision-making." *Science and Public Policy* 26, nº.5: 331-340.
- Anderson, R. G. W. (1999). "Essay Review. The Need for a History of Science Museums." *Studies in History and Philosophy of Science* 30, nº.3: 493-99.
- Ares, Félix (2000). "De la democracia en el siglo XXI." *Divulgar la ciencia. Actas de las XIV jornadas internacionales de la comunicación*, Pamplona, Universidad de Navarra, Ediciones Eunate.

- *Attitudes towards Europe: Five Country Study* (Febrero-Marzo 1962). The European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s0078cdb.pdf
- Bachelard, Gaston (1974). *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires, Siglo Veintiuno.
- Barton, Ruth (1987). "John Tyndall, Pantheist: A Rereading of the Belfast Address." *Osiris* 3: 111-34.
- Barton, Ruth (1998). "Just before Nature: The Purposes of Science and the Purposes of Popularization in Some English Popular Science Journals of the 1860s." *Annals of Science* 55, nº.1: 1-33.
- Barton, Ruth (2003). "Men of Science': Language, Identity and Professionalization in the Mid-Victorian Scientific Community." *History of Science* 41, nº.1: 73-119.
- Basalla, George (1976). "Pop Science: The Depiction of Science in Popular Culture." En *Science and its public: The changing relationship*, editado por G. Holton y W. Blanpied. Boston, D. Reidel publishing company. XXXIII: 261-278.
- Bauer, Martin y Ingrid Schoon (1993). "Mapping variety in public understanding of science." *Public Understanding of Science* 2, nº.2: 141-155.
- Bauer, M., John Durant, y Geoffrey Evans (1994). "European Public Perceptions of Science." *International Journal of Public Opinion Research* 6, nº.2: 163-186.
- Bauer, M., Kristina Petkova, y Pepka Boyadjieva (2000). "Public Knowledge of and Attitudes to Science: Alternative Measures That May End the "Science War"." *Science, Technology, & Human Values* 25, nº.1: 30-51.
- Bauer, M., Nick. Allum, y Steve Miller. (2007). "What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda." *Public Understanding of Science* 16, nº.1: 79-95.
- Bedini, Silvio A. (1965). "The Evolution of Science Museums." *Technology and Culture* 6, nº.1: 1-29.
- Belenguer Jané, Mariano (2002). *Introducción al Periodismo Científico*. Sevilla, Padilla Libros Editores & Libreros.
- Bennett, William (1979). "Science Goes Glossy." *The Sciences* 19, nº.7: 10-22.

- de la Beaumelle, Sylvie (1979). "Les Attitudes du Public Européen Face au Développement Scientifique et Technique." *Commission des Communautés Européennes, Eurobarometer 10A*. Bruselas.
- Beveridge, Andrew A., y Fredrica Rudell (1988). "An Evaluation of 'Public Attitudes toward Science and Technology' in Science Indicators: The 1985 Report." *The Public Opinion Quarterly* 52, nº.3: 374-385.
- Blinderman, Charles S. (1957). "Thomas Henry Huxley." *The Scientific Monthly* 84, nº.4: 171-82.
- Block, Ed, Jr. (1986). "T. H. Huxley's Rhetoric and the Popularization of Victorian Scientific Ideas: 1854-1874." *Victorian Studies* 29, nº.3: 363-86.
- Bowler, Peter J. (2006). "Presidential Address. Experts and Publishers: Writing Popular Science in Early Twentieth-Century Britain, Writing Popular History of Science Now." *The British Journal for the History of Science* 39, nº.2: 159-87.
- Branscomb, Anne W. (1981). "Knowing How to Know." *Science, Technology, & Human Values* 6, nº.36: 5-9.
- Brigham, Wm. T. (1863). "Tyndall's Lectures on Heat." *North American Review* 97, nº.2: 402-11.
- British Association for the Advancement. *A Brief History of the BA 1831–1981.* http://www.the-ba.net/the-ba/AbouttheBA/HistoryoftheBA/BriefHistory1.htm
- Brock, W. H. (1980). "The Development of Commercial Science Journals in Victorian Britain." En *Development of Science Publishing in Europe*, editado por A. J. Meadows, 95-122. Amsterdam: Elsevier.
- Broks, Peter (1993). "Science, Media and Culture: British Magazines, 1890-1914." *Public Understanding of Science* 2, nº.2: 123-39.
- Bronk, Detlev W. (1975). "The National Science Foundation: Origins, Hopes, and Aspirations." *Science* 188, nº.4187: 409-14.
- Browne, Janet (2007). *La Historia de El Órigen de las Especies*. Barcelona, Debate.
- Bucchi, Massimiano (1996). "When scientists turn to the public: alternative routes in science communication." *Public Understanding of Science* 5, nº.4: 375-394.
- Bud, Robert (1995). "Science, Meaning and Myth in the Museum." *Public Understanding of Science* 4, nº.1: 1-16.

- Bud, Robert (1997). “History of Science and the Science Museum.” *The British Journal for the History of Science* 30, nº.1: 47-50.
- Burnham, John C. (1987). *How Superstition Won and Science Lost: Popularizing Science and Health in the United States*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Burns, T.W., D.J. O'Connor, y S.M. Stocklmayer (2003). "Science Communication: A Contemporary Definition." *Public Understanding of Science* 12, nº.2: 183-202.
- Bush, Vannevar (1947). “A National Science Foundation.” *Science* 105, nº.2725: 302-05.
- Calder, Ritchie (1955). “The Use of Radio and Television in Scientific Popularization.” Paper presentado en: Conference on the Dissemination of Science, Madrid: Unesco.
- Calsamiglia, Helena (1997). "Divulgar: itinerarios discursivos del saber. Una necesidad, un problema, un hecho." *Quark, Ciencia, medicina, comunicación y cultura,* nº.7: 9-18.
- Calsamiglia, H., S. Bonilla, D. Cassany, C. López, y J. Martí (1998). “Análisis discursivo de la divulgación científica.” En *I Simposio internacional de análisis del discurso*, Madrid, 2639-2646.
- Calvo Hernando, Manuel (1977). *Periodismo científico*. Madrid, Paraninfo.
- Calvo Hernando, M. (1990). Ciencia y periodismo. Barcelona, CEFI.
- Calvo Hernando, M. (1997). *Manual de periodismo científico.* Barcelona, Bosch Comunicación.
- Calvo Hernando, M. (2005). *Periodismo científico y divulgación de la ciencia*. Madrid, Acta.
- Cantor, Geoffrey, Sally Shuttleworth, y Jonathan R. Topham (2003). “Representations of Science in the Nineteenth Century Periodical Press.” *Interdisciplinary Science Reviews* 28, nº.3: 161-68.
- Cassany, Daniel, Carmen López, y Jaume Martí (2000). “La transformación divulgativa de redes conceptuales científicas: hipótesis, modelo y estrategias.” *Revista Iberoamericana de Discurso y Sociedad* 2: 73-103.
- Chambers, Robert (1845). *Explanations: A Sequel to "Vestiges of the Natural History of Creation"*. London: John Churchil.
- Chambers, Robert (1844). *Vestiges of the Natural History of Creation*. London: John Churchill.
- Chaparro, Manuel Carlos (1990). "De la ciencia al pueblo por la vía periodística." *Arbor. Ciencia, pensamiento, cultura*, nº.534-535: 43-58.
- Ciapuscio, Guiomar E. (2000). "Hacia una tipología del discurso especializado." *Revista Iberoamericana de Discurso y Sociedad* 2, nº.2: 39-71.

- Cohen, I. Bernard (1959). "Some Reflections on the State of Science in America During the Nineteenth Century." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 45, nº.5: 666-77.
- Cohen, I. Bernard (1981). "The Fear and Distrust of Science in Historical Perspective." *Science, Technology, & Human Values* 6, nº.36: 20-24.
- Collins, Harry, y Trevor Pinch (1996). *El Gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*. Barcelona, Crítica Grijalbo Mondadori.
- Conant, James B. (1947a). *On Understanding Science: An Historical Aproach*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Conant, James B. (1947b). "A National Science Foundation." *Science* 105, nº.2725: 299-302.
- Cooter, Roger, y Stephen Pumfrey (1994). "Separate Spheres and Public Places: Reflections on the History of Science Popularization and Science in Popular Culture." *History of Science* 32, nº.3: 237-67.
- Cotkin, George (1984). "The Socialist Popularization of Science in America, 1901 to the First World War." *History of Education Quarterly* 24, nº.2: 202-14.
- Davis, Watson (1937). "Science on the Radio." *Science* 85, nº.2202: 258.
- Davis, Watson (1942). "The Twentieth Anniversary of Science Service." *The Scientific Monthly* 54, nº.3: 290-91.
- Davis, Watson (1948). "The Rise of Science Understanding." *Science* 108, nº.2801: 239-46.
- Dawson, G., y Topham, J.R. (2004). "Science in the Nineteenth-Century Periodical". *Literature Compass* 1, nº.1: 1-11.
- Delgado, Magola y Emilio Quevedo (1997). "La ciencia y sus públicos: el desafío." En *La popularización de la ciencia y la tecnología. Reflexiones básicas*, editado por Eduardo Martínez y Jorge Flores. México, D.F., Fondo de cultura económica: 99-109.
- Dickson, David (2000). "Science and its Public: The Need for a 'Third Way'." *Social Studies of Science* 30, nº.6: 917-923.
- Dietz, David (1937). "Science and the American Press." *Science* 85, nº.2196: 107-12.
- Dornan, Christopher (1989). "Science and Scientism in the Media." *Science as Culture* 7: 101-121.

- Dornan, C. (1990). "Some Problems in Conceptualizing the Issue of "Science and the Media"." *Critical Studies in Mass Communication* 7, nº.1: 48-71.
- Dorsey, N. E. (1922). "The Writing of Popular Science." *Science* 55, nº.1423: 374-76.
- Dunbar, Robin (1999). *El miedo a la ciencia*. Madrid, Alianza.
- Dunwoody, Sharon (1980). "The Science Writing Inner Club: A Communication Link between Science and the Lay Public." *Science, Technology, & Human Values* 5, nº.30: 14-22.
- Dunwoody, S. (1986). "The scientist as source." En *Scientists and Journalists: Reporting Science as News*, editado por Sharon M. Friedman, S. Dunwoody, y Carol L. Rogers. New York, American Association for the Advancement of Science: 3-16.
- Dunwoody, Sharon, y Michael Ryan (1985). "Scientific Barriers to the Popularization of Science in the Mass Media." *Journal of Communication* 35, nº.1: 26-42.
- Durant, John, Geoffrey Evans, y Geoffrey Thomas (1989). "The Public Understanding of Science." *Nature* 340: 11-14.
- Durant, J., J. D. Miller, J.-F. Tchernia, y W. van Deelen (1991). "Europeans, Science and Technology." Paper for American Association for Advancement of Science, Washington, D.C., 15 Febrero: 1-22.
- Durant, J., G. Evans, y G. Thomas (1992). "Public understanding of science in Britain: the role of medicine in the popular representation of science." *Public Understanding of Science* 1, nº.2: 161-182.
- Durant, J. (1993). What is scientific literacy? En *Science and Culture in Europe*, editado por J. Durant and J. Gregory. London, Science Museum: 129-137.
- Durant, J. (2000). "Divulgación científica en una era escéptica." *Divulgar la ciencia. Actas de las XIV jornadas internacionales de la comunicación*, Pamplona, Universidad de Navarra, Ediciones Eunate.
- Durant, J., Bauer, M., Gaskell, G., Midden, C., Liakopoulos, M., y Scholten, L. (2000). Two Cultures of Public Understanding of Science and Technology in Europe. En *Between Understanding and Trust: The public, Science and Technology*, editado por M. Dierkes and C. von Grote. Amsterdam, Harwood: 131-156.
- Einsiedel, Edna F. y Deborah L. Eastlick (2000). "Consensus Conferences as Deliberative Democracy: A Communications Perspective." *Science Communication* 21, nº.4: 323-343.

- Einstein, Albert, y Leopold Infeld (1995). *La evolución de la física*. Barcelona, Salvat.
- Elías, Carlos (2008). *Fundamentos de periodismo científico y divulgación mediática.* Madrid, Alianza Editorial.
- Eurobarómetro Nº.1 (Abril-Mayo 1974). Comission of the European Communities. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb1/eb1_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.2 (Octubre-Noviembre 1974). *Problems Facing the European Community*. Comission of the European Communities. Bruselas.
- Eurobarómetro Nº.6 (Noviembre 1976). *Twenty Years of the Common Market*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s0990cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.7 (Abril-Mayo 1977). *Science and Technology in the European Community*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s0991cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.10A (Octubre-Noviembre 1978). *Scientific Priorities in the European Community*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s0995cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.17 (Marzo-Abril 1982). *Energy and the Future*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1208cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.17-Informe (Junio 1982). *Energy and the Future*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb17/eb17_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.17-Special Survey I (Octubre 1982). *Public Opinion in the European Community: Energy*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_17_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.17-Special Survey II (Diciembre 1982). *The Young Europeans: An Explanatory Study of 15- 24 Year Olds in E.E.C. Countries.* Comission of the European Communities. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_18_en.pdf

- Eurobarómetro Nº.21 (Marzo-Abril 1984). *Political Cleavages in the European Community*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1320cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.21-Informe (Junio 1984). *Political Cleavages in the European Community*. Commission of the European Communities. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb21/eb21_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.24 (Octubre-Noviembre 1985). *Entry of Spain and Portugal*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1542cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.25-Informe (Junio 1986). *Holiday Travel and Environmental Problems*. Commission of the European Communities. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb25/eb25_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.27 (Marzo-Mayo 1987). *Common Agricultural Policy and Cancer*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1712cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.28 (Octubre-Noviembre 1987). *Relations with Third World Countries and Energy Problems*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1713cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.28.1 (Octubre-Noviembre 1987). *The Young Europeans*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_38_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.29 (Marzo-Abril 1988). *Environmental Problems and Cancer*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1714cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.31 (Marzo-Abril 1989). European Elections 1989: *Pre-Election Survey*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1750cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.31A (Junio-Julio 1989). European Elections 1989: *Post-Election Survey*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1751cdb.pdf

- Eurobarómetro Nº.32 (Octubre-Noviembre 1989). *The Single European Market, Drugs, Alcohol and Cancer*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1752cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.33 (Marzo-Abril 1990). *The Single European Market: Eastern Europe*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1753cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.34 (Octubre-Noviembre 1990). *Perceptions of the European Community, and Employment Patterns and Child Rearing*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1960cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.34.2 (Diciembre 1990). *European Youth*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s1962cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.35 (Marzo 1991). *Foreign Relations, the Common Agricultural Policy, and Environmental Concerns*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2031cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.36 (Octubre-Noviembre 1991). *Regional Identity and Perceptions of the Third World*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2081cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.37 (Marzo-Abril 1992). *Awareness and Importance of Maastricht and the future of the European Community*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2141cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.37.2 (Abril-Mayo 1992). *Elderly Europeans*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2242cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.38.0 (Septiembre-Octubre 1992). *The European Court of Justice, Passive Smoking, and Consumer Issues*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2294cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.39.0 (Marzo-Abril 1993). *European Community Policies and Family Life*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2346cdb.pdf

- Eurobarómetro Nº.40 (Octubre-Noviembre 1993). *Poverty and Social Exclusion*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2459cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.41.0 (Marzo-Mayo 1994). *Trade Issues, Blood Donation, AIDS and Smoking*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2490cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.42 (Noviembre-Diciembre 1994). *The First Year of the 'New European Union'*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2563cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.43.1 (Abril-Mayo 1995). *International Trade and Radiation Protection*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2637cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.43.1bis (Mayo-Junio 1995). *Regional Development, Consumer and Environmental Issues*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2639cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.44.1 (Noviembre-Diciembre 1995). *Education and Training Throughout Life and the Common European Currency*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2690cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.44.2bis (Enero-Marzo 1996). *Mega-Survey: Policies and Practices in Building Europe and the European Union*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2828cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.45.1 (Abril-Mayo 1996). *European Union Rights, Sun Exposure, Work Safety, and Privacy Issues*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2831cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.46.0 (Octubre-Noviembre 1996). *Personal Health, Energy, Development, and the Common European Currency*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2898cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.47.0 (Enero-Febrero 1997). *Images of Germany, Consumerism, Electronic Information, and Fair Trade Practices*. Comission of the European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2935cdb.pdf

- Eurobarómetro Nº.47.1 (Marzo-Abril 1997). *Images of Switzerland, Education throughout life, Racism, and Patterns of Family Planning and Work Status*. Comission of the European Communities. Bruselas.
http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2936cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.47.2 (Abril-Junio 1997). *Women and Cancer, the European Parliament, and Expectations of the European Union*. Comission of the European Communities. Bruselas.
http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2937cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.47.2OVR (Abril-Junio 1997). *Young Europeans*. Comission of the European Communities. Bruselas.
http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2938cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.47.2-Informe (Julio 1997). *The Young Europeans*. European Commission, Directorate General for Education, Training, Youth. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/ebs_114_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.48.0 (Octubre-Noviembre 1997). *Holiday Travel*. Comission of the European Communities. Bruselas.
http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s2959cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.49 (Abril-Mayo 1998). *Food Product Safety, Child Sex Tourism, Health Care, and Cancer*. Comission of the European Communities. Bruselas.
http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s3052cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.50.0 (Octubre-Noviembre 1998). *European Parliament and Radioactive Waste*. Comission of the European Communities. Bruselas.
http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s3085cdb.pdf
- Eurobarómetro Nº.51.0-Informe (Julio 1999). *Elderly People and Domestic Violence*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb51/eb51_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.51.1-Informe (Abril-Mayo 1999). *Environmental Issues and Consumer Associations. (What do Europeans think about the environment? The main results of the survey carried out in the context of Eurobarometer 51.1)*. European Commission. Luxemburgo.
http://ec.europa.eu/environment/barometer/pdf/barometer_en.pdf

- Eurobarómetro Nº.52.0-Informe (Abril 2000). *European Parliament Elections, The Single European Currency, and Financial Services*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb52/eb52_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.53.0-Informe (Octubre 2000). *Racism, Information Society, General Services, and Food Labeling*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb53/eb53_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.54.1-Informe (Abril 2001). *Building Europe and the EU, the European Parliament, Public Safety, and Defence Policy*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb54/eb54_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.55.1OVR-Informe (Noviembre 2001). *Young Europeans in 2001. Results of a European opinion poll*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/ebs_151_summ_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.56.2-Informe I (Abril 2002). *Radioactive Waste, Demographic Issues, the Euro, and European Union Enlargement*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb56/eb56_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.56.2-Informe II (Abril 2002). *Europeans and Radioactive Waste*. European Coordination Office sa. for DGH Energy and Transport. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/ebs_165_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.57.0-Informe (Diciembre 2002). *Energy: Issues, Options and Technologies*. European Commission. Bruselas.
- http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/ebs_169.pdf
- Eurobarómetro Nº.57.1-Informe (Octubre 2002). *European Union Enlargement, the European Parliament, and the Euro*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb57/eb57_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.58.1-Informe (Marzo 2003). *The Euro, European Enlargement, and Financial Services*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb58/eb58_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.59.1-Informe (Julio 2003). *The Euro and Parental Leave*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb59/eb59_rapport_final_en.pdf

- Eurobarómetro Nº.60.1-Informe (Febrero 2004). *Citizenship and Sense of Belonging, Fraud, and the European Parliament*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb60/eb60_rapport_standard_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.61-Informe (Julio 2004). *The European Union, Globalization, and the European Parliament (30 Years of Eurobarometer)*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb61/eb61_en.pdf
- Eurobarómetro 2004.1 (Julio 2004). *Candidate Countries Eurobarometer*. European Commission. Bruselas.
- http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb61/eb61_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.62.0-Informe (Mayo 2005). *Standard European Union Trend Questions and Sport*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb62/eb_62_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.62.0-Anexos (Mayo 2005). *Standard European Union Trend Questions and Sport*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb62/eb_62_annex.pdf
- Eurobarómetro Nº.62.1-Informe (Abril 2005). *The attitudes of European citizens towards environment*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_217_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.63.2-Informe (Septiembre 2005). *Radioactive Waste*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_227_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.63.4-Informe (Septiembre 2005). *European Union Enlargement, the European Constitution, Economic Challenges, Innovative Products and Services*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb63/eb63_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.64.1-Informe (Febrero 2006). *Risk Issues*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_238_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.64.2-Informe (Junio 2006). *The European Constitution, Globalization, Energy Resources, and Agricultural Policy*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb64/eb64_en.pdf

- Eurobarómetro Nº.65.3-Informe (Enero 2007). *Energy Technologies: Knowledge, Perception, Measures*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_262_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.65.4-Informe (2007). *Medical Health and Research*. European Commission. Luxemburgo.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_265_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.66.1-Informe (Septiembre 2007). *European Values and Societal Issues, Mobile Phone Use, and Farm Animal Welfare*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb66/eb66_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.66.2-Informe (Febrero 2007). *Europeans and Nuclear Safety*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_271_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.66.3-Informe (Marzo 2007). *Europeans, Agriculture and the Common Agricultural Policy*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_276_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.67.1-Informe (Septiembre 2007). *European Cultural Values*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_278_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.67.2-Informe I (Noviembre 2007). *Public Opinion in the European Union*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb67/eb67_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.68.1-Informe I (Mayo 2008). *Public Opinion in the European Union*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb68/eb_68_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.68.1-Informe II (Marzo 2008). *The European Parliament*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_288_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.68.2-Informe (Marzo 2008). *Attitudes of European citizens towards the environment*. European Commission. Bruselas.
http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_295_en.pdf

- Eurobarómetro Nº.69.1-Informe (Junio 2008). *Attitudes towards radioactive waste*. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_297_en.pdf
- Eurobarómetro Nº.69.2-Informe (Junio 2008). Public Opinion in the European Union. European Commission. Bruselas. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb69/eb_69_first_en.pdf
- *European Communities Study I: Europeans and European Unification* (Febrero- Marzo 1970). The European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s3651cod.pdf
- *European Communities Study II: Political Attitudes in Europe* (Septiembre-Octubre 1973). The European Communities. Bruselas. http://www.za.uni-koeln.de/data/en/eurobarometer/codebooks/s0628cdb.pdf
- European Commission –Directorate-General Research (2001). "Europeans, science and technology." *Eurobarometer 55.2.* Bruselas.
- European Commission –Directorate-General Research (2005). Social values, Science and Technology. *Special Eurobarometer 225 / Wave 63.1*. Bruselas.
- European Commission –Directorate-General Research (2007). Scientific research in the media. *Special Eurobarometer 228 / Wave 67.2*. Bruselas.
- Evans, Geoffrey, y John Durant (1995). "The relationship between knowledge and attitudes in the public understanding of science in Britain." *Public Understanding of Science* 4, nº.1: 57-74.
- Fehér, Marta (1990). "Acerca del papel asignado al público por los filósofos de la ciencia." En *La ciencia y su público: perspectivas históricas,* editado por Javier Ordóñez y Alberto Elena. Madrid, CSIC: 421-443.
- Fernández Beaumont, José (1990). "La codificación de los mensajes científicos." *Arbor. Ciencia, pensamiento, cultura*, nº.534-535: 73-92.
- Finn, Bernard S. (1965). "The Science Museum Today." *Technology and Culture* 6, nº.1: 74-82.
- Flood, W. E. (1963). *The problem of vocabulary in the popularisation of science*. Edimburgo, Oliver and Boyd.
- Foster, William C. (1947). "A National Science Foundation." *Science* 105, nº.2725: 297-99.
- Freeland Judson, Horace. *Anatomía del Fraude Científico*: Crítica, 2006.

- Friedman, Sharon M. (1986). “The journalist's world.” En *Scientists and Journalists: Reporting Science as News*, editado por S. M. Friedman, S. Dunwoody, y C. L. Rogers. New York: 17-41.
- Fuller, Steve (2003). "La ciencia de la ciudadanía: más allá de la necesidad de expertos." *Isegoría* 28: 33-53.
- Godin, Benoit, e Yves Gingras (2000). "What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model." *Public Understanding of Science* 9, nº.1: 43-58.
- Goodell, Rae (1977). “The Visible Scientists.” *The Sciences* 17, nº.1: 6-9.
- Gregory, Jane, y Steve Miller (2000). *Science in Public. Communication, Culture and Credibility*. Cambridge, Perseus Publishing.
- Gross, Alan G. (1994). "The roles of rhetoric in the public understanding of science." *Public Understanding of Science* 3, nº.1: 3-23.
- Gutiérrez Rodilla, Bertha M. (1998). *La ciencia empieza en la palabra: análisis e historia del lenguaje científico*. Barcelona, Península.
- Handler, Philip (1980). “Public Doubts about Science.” *Science* 208, nº.4448: 1093.
- Hardwig, John (1985). "Epistemic dependence." *The Journal of Philosophy* 82, nº.7: 335-349.
- Hartz, Jim y Rick Chappell (2001). *Mundos Separados*. México D.F., Dirección General de Divulgación de la Ciencia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hazen, Robert M., y James Trefil (1997). “Alfabetismo científico.” En *La popularización de la ciencia y la tecnología. Reflexiones básicas*, editado por E. Martínez and J. Flores. México, D.F., Fondo de cultura económica: 46-50.
- Hilgartner, Stephen (1990). "The dominant view of popularization: conceptual problems, political uses." *Social Studies of Science* 20, nº.3: 519-539.
- Howard, Jill (2004). “‘Physics and Fashion’: John Tyndall and His Audiences in Mid-Victorian Britain.” *Studies in History and Philosophy of Science* 35: 729-58.
- Howsam, Leslie (2000). “An Experiment with Science for the Nineteenth- Century Book Trade: The International Scientific Series.” *The British Journal for the History of Science* 33, nº.2: 187-207.
- Huxley, Thomas Henry. *On Literary Style*, undated fragment, Huxley Papers vol. 49,f.55. http://aleph0.clarku.edu/huxley/Mss/Litstyle.html

- INRA (Europe), y Report International (1993). "Europeans, Science, and Technology: Public Understanding and Technology." *The commission of the european communities, Eurobarometer 38.1*. Bruselas.
- Jacobi, Daniel (1991). "King Clone: Notas sobre la poco resistible ascensión de las ciencias de la vida en los medios de comunicación." *Arbor. Ciencia, pensamiento, cultura*, nº.551-552: 37-50.
- James, Frank A. J. L. (2000). *Guides to the Royal Institution of Great Britain: 1 History*, Royal Institution of Great Britain.
  http://goo.gl/QvEhf
- James, Frank A. J. L. (2002). "'Never talk about science, show it to them': The lecture theatre of the Royal Institution." *Interdisciplinary Science Reviews* 27, nº.3: 225-29.
- Jewett, F. B. (1936). "How to View the Science Museum." *Science* 83, nº.2146: 150-52.
- Joss, Simon, y John Durant (1995). "The UK National Consensus Conference on Plant Biotechnology." *Public Understanding of Science* 4, nº.2: 195-204.
- Kaempffert, Waldemar, Philip B. McDonald, y E. T. Brewster (1922). "The Writing of Popular Science." *Science* 55, nº.1432: 620-22.
- Kaempffert, W. (1934). "Oskar Von Miller." *The Scientific Monthly* 38, nº.5: 489-91.
- Kaempffert, W. (1940). "The Museum and Social Enlightenment." *Science* 92, nº.2386: 258-59.
- Kallerud, Egil, e Inge Ramberg (2002). "The order of discourse in surveys of public understanding of science." *Public Understanding of Science* 11(3): 213-224.
- Kennedy, John Fitzgerald. (1963) *Address at the Anniversary Convocation of the National Academy of Sciences*. http://www.presidency.ucsb.edu/ws/index.php?pid=9488
- Kevles, Daniel J. (1977). "The National Science Foundation and the Debate over Postwar Research Policy, 1942-1945: A Political Interpretation of Science--The Endless Frontier." *Isis* 68, nº.1: 5-26.
- Knight, David (1996). "Getting Science Across." *The British Journal for the History of Science* 29, nº.2: 129-38.
- Knight, David M. (2003). "Scientists and Their Publics: Popularization of Science in the Nineteenth Century." En *The Cambridge History of Science, Volume 5: Modern Physical and Mathematical Sciences*, editado por Mary Jo Nye, 72-90. Cambridge: Cambridge University Press.

- Kohut, Andrew, et al. (2009). *Public Praises Science; Scientists Fault Public, Media: Scientific Achievements Less Prominent than a Decade Ago*. Pew Research Center for the People & the Press. Washington, D.C. http://people-press.org/report/?pageid=1546
- Krieghbaum, Hillier (1959). "Public Interest in Science News." *Science* 129, nº.3356: 1092-95.
- Kuritz, Hyman (1981). "The Popularization of Science in Nineteenth-Century America." *History of Education Quarterly* 21: 259-74.
- Kyvik, Svein (2005). "Popular Science Publishing and Contributions to Public Discourse among University Faculty." Science Communication 26, nº.3: 288-311.
- LaFollette, Marcel C. (1990). *Making Science Our Own: Public Images of Science 1910-1955*. Chicago: The University of Chicago Press.
- LaFollette, M. C. (2002a). "A Survey of Science Content in U.S. Radio Broadcasting, 1920s through 1940s: Scientists Speak in Their Own Voices." *Science Communication* 24, nº.1: 4-33.
- LaFollette, M. C. (2002b). "A Survey of Science Content in U.S. Television Broadcasting, 1940s through 1950s: The Exploratory Years." *Science Communication* 24, nº.1: 34-71.
- Lafuente, Antonio, y Alberto Elena (1996). "Los científicos ante su imagen y su público." *Claves de Razón Práctica*, nº.67: 48-55.
- Lane, K. Maria D. (2006). "Mapping the Mars Canal Mania: Cartographic Projection and the Creation of a Popular Icon." *Imago Mundi: The International Journal for the History of Cartography* 58, nº.2: 198-211.
- La Porte, T. R., y D. Chisholm (1980). "Indicators of public attitudes toward science and technology." *Scientometrics* 2, nº.5-6: 439-448.
- Laugksch, Rüdiger C. (2000). "Scientific literacy: A conceptual overview." *Science Education* 84, nº.1: 71-94.
- Lear, John (1970). "The Trouble with Science Writing." *Columbia Journalism Review* 9, nº.2: 30-34.
- Leitão, Pedro, y Sarita Albagli (1997). "Popularización de la ciencia y la tecnología: una revisión de la literatura." En *La popularización de la ciencia y la tecnología. Reflexiones básicas*, editado por E. Martínez and J. Flores. México, D.F., Fondo de cultura económica: 17-37.
- León, Bienvenido (1999). *El documental de divulgación científica*. Barcelona, Paidós.

- Lewenstein, Bruce V. (1987a). “"Public Understanding of Science" in America, 1945-1965.” Ph.D. diss., Universty of Pennsylvania.
- Lewenstein, B. V. (1987b). “Was There Really a Popular Science "Boom"?” *Science, Technology, & Human Values* 12, nº.2: 29-41.
- Lewenstein, B. V. (1987c). “The Arrogance of Pop Science.” *The Scientist* 1, nº. 17: 12.
- Lewenstein, B. V. (1992). “The Meaning of 'Public Understanding of Science' in the United States after World War II.” *Public Understanding of Science* 1, nº.1: 45-68.
- Lewenstein, B. V. (2000). “An American Historical Perspective on Public Communication of Science.” Paper presented at the Science Communication, Education, and the History of Science, Royal Society, London, 12-13 Julio.
- Lewenstein, B. V. (2003). Models of Public Communication of Science and Technology. En *Role and Responsibilities of the Land Grant System in Building Community Strengths to Address Biohazards*, Cornell University.
- Leydesdorff, Loet, y Janelle Ward (2005). "Science shops: a kaleidoscope of science-society collaborations in Europe." *Public Understanding of Science* 14, nº.4: 353-372.
- Liakopoulos, Miltos (2002). "Pandora's Box or panacea? Using metaphors to create the public representations of biotechnology." *Public Understanding of Science* 11, nº.1: 5-32.
- Lightamn, Bernard (1997). “"The Voices of Nature": Popularizing Victorian Science.” En *Victorian Science in Context*, editado por Bernard Lightman, 187-211. Chicago: Universtiy of Chicago Press.
- Lightman, Bernard (2000). “Marketing Knowledge for the General Reader: Victorian Popularizers of Science.” *Endeavour* 24, nº.3: 100-06.
- Logan, Robert A. (2001). "Science Mass Communication: Its Conceptual History." *Science Communication* 23, nº.2: 135-163.
- López Cerezo, José Antonio, y José Luis Luján (2004). “Cultura científica y participación formativa.” En *Percepción social de la cien*cia, editado por Francisco José Rubia Vila, Isabel Fuentes Julián y Santos Casado de Otaola. Madrid, Academia Europea de Ciencias y Artes/UNED: 29-45.
- López Cerezo, José Antonio (2005). "Participación ciudadana y cultura científica." *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura* 181, nº.715: 351-362.

- Lucas, J. R. (1979). “Wilberforce and Huxley: A Legendary Encounter.” *The Historical Journal* 22, nº.2: 313-30.
- MacLeod, Roy M. (1970). “The X-Club a Social Network of Science in Late-Victorian England.” *Notes and Records of the Royal Society of London* 24, nº.2: 305-22.
- MacLeod, R. M. (1994). “Science for Imperial Efficiency and Social Change: Reflections on the British Science Guild, 1905-1936.” *Public Understanding of Science* 3, nº.2: 155-93.
- Martín Municio, Ángel (1992). "La metáfora en el lenguaje científico." *Boletín de la Real Academia Española*, Tomo LXXII, Cuaderno CCLVI: 221-249.
- Martínez Albertos, José Luis (1982). *La información en una Sociedad Industrial*. Madrid, Tecnos.
- Maugh, Thomas H. (1978). “Speaking of Science: The Media: The Image of the Scientist Is Bad.” *Science* 200, nº.4337: 37.
- Mayor Zaragoza, Federico (18-01-2005). “Solidaridad mundial.” *El País*. Madrid: 11-12.
- McLaughlin-Jenkins, Erin (2001). “Common Knowledge: Science and the Late Victorian Working-Class Press.” *History of Science* 39, nº.4: 445-65.
- McLaughlin-Jenkins, E. (2003). “Walking the Low Road: The Pursuit of Scientific Knowledge in Late Victorian Working-Class Communities.” *Public Understanding of Science* 12, nº.2: 147-66.
- Merton, Robert K. (1938). “Science and the Social Order.” *Philosophy of Science* 5, nº.3: 321-37.
- Michael, Mike (2002). "Comprehension, Apprehension, Prehension: Heterogeneity and the Public Understanding of Science." *Science, Technology, & Human Values* 27, nº.3: 357-378.
- Miller, Jon D. (1986). “Reaching the attentive and interested publics for science.” En *Scientists and Journalists: Reporting Science as News*, editado por Sharon M. Friedman, Sharon Dunwoody, y Carol L. Rogers. New York, American Association for the Advancement of Science: 55-69.
- Miller, J. D. (1989). “A Response: The Flaw is in the Review and the Review Process.” *The Public Opinion Quarterly* 53, no.4: 606-609.
- Miller, J. D. (1992). “Toward a Scientific Understanding of the Public Understanding of Science and Technology.” *Public Understanding of Science* 1, no.1: 23-26.
- Miller, J. D. (1993). "Theory and measurement in the public understanding of science: a rejoinder to Bauer and Schoon." *Public Understanding of Science* 2, nº.3: 235-243.

- Miller, J. D. (1998). "The measurement of civic scientific literacy." *Public Understanding of Science* 7, nº.3: 203-223.
- Miller, J. D. (2002). "Civic Scientific Literacy: A Necessity in the 21st Century." *FAS Public Interest Report, The Journal of the Federation of American Scientists* 55, nº.1: 3-6.
- Miller, J. D. (2004). "Public Understanding of, and Attitudes toward, Scientific Research: What We Know and What We Need to Know." *Public Understanding of Science* 13, nº.3: 273-294.
- Miller, J. D. (2006). "Civic Scientific Literacy in Europe and the United States". *Annual Meeting of the World Association for Public Opinion Research*, Montreal, Canada.
- Miller, J. D., R. Pardo, y F. Niwa (1998). *Percepciones del Público ante la Ciencia y la Tecnología. Estudio Comparativo de la Unión Europea, Estados Unidos, Japón, y Canadá*. Bilbao, Fundación BBV.
- Miller, Steve. (2001). "Public understanding of science at the crossroads." *Public Understanding of Science* 10, nº.1: 115-120.
- Montañés Perales, Óscar (2002). "Problemas epistemológicos de la comunicación pública de la ciencia." Trabajo de Grado, Universidad de Salamanca.
- Montañés Perales, Ó. (2005). "La comunicación pública de la cultura científica; ampliando la noción de 'confianza'." En *Actas del III Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia Sin Ciencia no hay Cultura.. La Coruña*.
- Mosterín, Jesús (1993). *Filosofía de la Cultura*. Madrid, Alianza Editorial.
- Myers, Greg (2003). "Discourse studies of scientific popularization: questioning the boundaries." *Discourse Studies* 5, nº.2: 265-279.
- National Science Board. Science & Engineering Indicators (1993). *Capítulo 7. Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*. National Science Foundation. Washington, DC.
  http://www.nsf.gov/statistics/seind93/chap7/doc/7toc93.htm
- National Science Board. Science & Engineering Indicators (1996). *Capítulo 7. Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*. National Science Foundation. Washington, DC.
  http://www.nsf.gov/statistics/seind96/ch7_cont.htm

- National Science Board. Science & Engineering Indicators (1998). *Capítulo 7. Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*. National Science Foundation. Washington, DC.
http://www.nsf.gov/statistics/seind98/frames.htm
- National Science Board. Science & Engineering Indicators (2000). *Capítulo 8. Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*. National Science Foundation. Washington, DC.
http://www.nsf.gov/statistics/seind00/frames.htm
- National Science Board. Science & Engineering Indicators (2002). *Capítulo 7. Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*. National Science Foundation. Washington, DC.
http://www.nsf.gov/statistics/seind02/c7/c7h.htm
- National Science Board. Science & Engineering Indicators (2004). *Capítulo 7. Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*. National Science Foundation. Washington, DC.
http://www.nsf.gov/statistics/seind04/c7/c7h.htm
- National Science Board. Science & Engineering Indicators (2006). *Capítulo 7. Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*. National Science Foundation. Washington, DC.
http://www.nsf.gov/statistics/seind06/c7/c7h.htm
- National Science Board. Science & Engineering Indicators (2008). *Capítulo 7. Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*. National Science Foundation. Washington, DC.
http://www.nsf.gov/statistics/seind08/c7/c7h.htm
- Nelkin, Dorothy (1990). *La Ciencia en el Escaparate*. Madrid, Fundesco.
- Nelkin, D. (1991). "Las imágenes de la ciencia en la prensa americana." *Arbor. Ciencia, pensamiento, cultura*, nº.551-552: 129-141.
- Newcomb, Simon (1874). "Exact Science in America." *North American Review* 119, nº.2: 286.
- Nowotny, Helga (1993). "Socially distributed knowledge: five spaces for science to meet the public." *Public Understanding of Science* 2, nº.4: 307-319.

- Oppenheimer, Frank (1972). "The Palace of Arts and Science: An Exploratorium at San Francisco, California, U.S.A." *Leonardo* 5, nº.4: 343-46.
- Ordóñez, Javier, Víctor Navarro, y José Manuel Sánchez Ron (2005). *Historia de la Ciencia*. Madrid: Espasa.
- Ortega y Gasset, José (1908). "Asamblea para el Progreso de las Ciencias."En Obras Completas. Tomo I (2004). Madrid, Taurus: 183-192.
- Ortega y Gasset, J. (1937). "Bronca en le Física." *En Obras Completas. Tomo V (2004)*. Madrid, Taurus: 418-432.
- Pérez Oliva, Milagros (1998). "Valor añadido de la comunicación científica." *Quark. Ciencia, medicina, comunicación y cultura*, nº.10: 58-69. http://www.prbb.org/quark/10/default.htm
- Peters, Hans Peter, et al. (2008). "Interactions with the Mass Media." *Science* 321, nº. 5886: 204-205.
- Piel, Gerard (1955). "Need for Public Understanding of Science." *Science* 121, nº.3140: 317-22.
- Piel, G. (1957). "Science, Censorship, and the Public Interest." *Science* 125, nº.3252: 792-94.
- Pion, Georgine M., y Mark W. Lipsey (1981). "Public Attitudes Toward Science and Technology: What Have the Surveys Told Us?" *The Public Opinion Quarterly* 45, nº.3: 303-316.
- Powers, Philip N. (1946). "A National Science Foundation?" *Science* 104, nº.2713 (1946): 614-19.
- Pozo Municio, Juan I., y Miguel A. Gómez Crespo (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid, Ediciones Morata.
- Prenafeta Jenkin, Sergio (2002). *Teoría y práctica del periodismo científico: Para desacralizar y democratizar el conocimiento acumulado*. Santiago de Chile, Editorial Andrés Bello.
- Prewitt, Kenneth (1997). "Analfabetismo científico y teoría democrática." En *La popularización de la ciencia y la tecnología. Reflexiones básicas*, editado por E. Martínez and J. Flores. México, D.F., Fondo de cultura económica**:** 51-66.
- Quine, Willard V. O. (1986). *Teorías y cosas*. México D. F., Universidad Nacional Autónoma de México.
- Quintanilla Fisac, M. A. (1998). "Tecnología y cultura". *Teorema*, XVII, nº.3: 49-69.

- Quintanilla Fisac, Miguel Ángel (2002a). "La democracia tecnológica." En *Cultura Tecnológica, Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, editado por Eduardo Aibar y M. A. Quintanilla Fisac. Barcelona, Horsori: 91-103.
- Quintanilla Fisac, M. A. (2002b) "La Política Científica: El Papel del Parlamento y los Medios de Comunicación." En *Cultura Tecnológica, Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, editado por E. Aibar y M. A. Quintanilla Fisac. Barcelona: Horsori: 147-165.
- Quintanilla Fisac, M.A. (2005). *Tecnología: Un enfoque filosófico. Y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. México D. F., Fondo de Cultura Económica.
- Quintanilla Fisac, M. A., M. Escobar, J. A. Montero, et al. (2009). *La cultura científica y tecnológica en los libros de texto de la educación secundaria obligatoria* (en prensa).
- Rabier, J. R. (1976) "European Barometer and Socio-Political Research." *European Journal of Political Research* 4: 141-146.
- Resnik, David (1998). "Problemas y dilemas éticos en la interacción entre ciencia y medios de comunicación." *Quark. Ciencia, medicina, comunicación y cultura*, nº.13: 59-77. http://www.prbb.org/quark/13/default.htm
- Rhees, David J. (1979) "A New Voice for Science: Science Service under Edwin E. Slosson, 1921-29." Master's thesis, University of North Carolina at Chapel Hill.
- Riffault, Helene, y Sylvie de la Beaumelle (1977). "Science and European Public Opinion." *Commission of the European Communities*. *Eurobarometer 7*. Bruselas.
- Rogers, Carol L. (1998). "Lo que tiene que decir el público sobre la información científica." *Quark, Ciencia, medicina, comunicación y cultura*, nº.13: 31-47. http://www.prbb.org/quark/13/013031.htm
- Roqueplo, Philippe (1974). *El Reparto del Saber: Ciencia, Cultura, Divulgación*. Barcelona, Gedisa.
- Rostand, Jean (1960). "Popularization of Science." *Science* 131, nº.3412: 1491.
- Russell, Bertrand (1960). "The Social Responsibilities of Scientists." *Science* 131, nº.3398: 391-92.
- Ruiz de Elvira, Malen (1990). "Las fuentes de la noticia en ciencia." *Arbor. Ciencia, pensamiento, cultura*, nº.534-535: 93-102.
- Sábato, Ernesto. (1998). *Uno y el universo*. Barcelona, Seix Barral.

- Sabbatini, Marcelo (2004). "Museos y Centros de Ciencia Virtuales. Complementación y Potenciación del Aprendizaje de Ciencias a Través de Experimentos Virtuales." Ph.D. diss., Universidad de Salamanca.
- Sánchez Mora, Ana María (2000). *La divulgación de la ciencia como literatura*. México D.F., Dirección General de Divulgación de la Ciencia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Scheufele, Dietram A., et al. (2009). "Are the Scientists really out of touch?" *The Scientist*. http://www.the-scientist.com/news/display/55875/
- Schwartz, Joel S. (1999). "Robert Chambers and Thomas Henry Huxley, Science Correspondents: The Popularization and Dissemination of Nineteenth Century Natural Science." *Journal of the History of Biology* 32, nº.2: 343-83.
- "Science and Society" (23-02-2000). *House of Lords Select Committee on Science and Technology*. Third Report f the session 1999–2000. http://www.parliament.the-stationery-office.co.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/38/3801.htm
- Secord, James A. (2000). *Victorian Sensation: The Extraordinary Publication, Reception, and Secret Authorship of "Vestiges of the Natural History of Creation"*. Chicago: University of Chicago Press.
- de Semir, Vladimir (2000a). "Periodismo científico, un discurso a la deriva." *Revista Iberoamericana de Discurso y Sociedad* 2, nº.2: 9-37.
- de Semir, V. (2000b). "Periodistas científicos o periodistas acróbatas." *Divulgar la ciencia. Actas de las XIV jornadas internacionales de la comunicación*, Pamplona, Universidad de Navarra, Ediciones Eunate.
- Shamos, Morris H. (1995). *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick, New Jersey, Rutgers University Press.
- Shapin, Steven (1992). "Why the public ought to understand science-in-the-making." *Public Understanding of Science* 1, nº.1: 27-30.
- Shapin, S. *La Revolución Científica*. Barcelona: Paidós, 2000.
- Shaw, Robert P. (1939). "New Developments in Science Museum Techniques and Procedures." *The Scientific Monthly* 48, nº.5: 443-49.
- Sheets-Pyenson, Susan (1985). "Popular Science Periodicals in Paris and London: The Emergence of a Low Scientific Culture, 1820-1875." *Annals of Science* 42, nº.6: 549-72.

- Shen, Benjamin S.P. (1975). "Science literacy and the public understanding of science." En *Communication of scientific information*, editado por S. B. Day. New York, S. Karger: 44-52.
- Slosson, Edwin E. (1922a). "The Writing of Popular Science." *Science* 55, nº.1418: 241-42.
- Slosson, E. E. (1922b). "Popular Science." *Science* 55, nº.1427: 480-82.
- Smith, Arthur Whitmore (1920). "John Tyndall (1820-1893)." *The Scientific Monthly* 11, nº.4: 331-40.
- Snow, Charles Percy (1977). *Las dos culturas y un segundo enfoque*. Madrid, Alianza Editorial.
- Solís, Carlos, y Manuel Sellés. *Historia de la Ciencia*. Madrid: Espasa, 2005.
- Sturgis, Patrick, y Nick Allum (2004). "Science in Society: Re-Evaluating the Deficit Model of Public Attitudes." *Public Understanding of Science* 13, nº.1: 55-74.
- "Survey of Public Attitudes toward Science and Technology: Generally Positive View." *Science News* 104, nº.10 (1973): 151.
- Taviss, Irene (1972). "A Survey of Popular Attitudes toward Technology." *Technology and Culture* 13, nº.4: 606-621.
- Tchernia, Jean-François, David Handley, y Emmanuel Médioni (1990). "Les Europeens, la science et la technologie." *Commission des communautes européennes*, *Eurobarometer 31*. París.
- Thomas, Geoffrey, y John Durant (1987). "Why should we promote the public understanding of science?" *Scientific literacy papers*, nº.1: 1-14.
- Thompson, D. (1957). "John Tyndall and the Royal Institution." *Annals of Science* 13, nº.1: 9-22.
- Tobey, Ronald C. (1971). *The American Ideology of National Science, 1919-1930*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
- Topham, Jonatham R. (2000). "Scientific Publishing and the Reading of Science in Nineteenth-Century Britain: A Historiographical Survey and Guide to Sources." *Studies in History and Philosophy of Science* 31, nº.4: 559-612.
- Trachtman, Leon E. (1981). "The Public Understanding of Science Effort: A Critique." *Science, Technology and Human Values* 6, nº.36: 10-15.
- Trachtman, L. E. (1989). "What does public understanding of science mean?" *Bulletin of Science, Technology & Society* 9: 369-373.
- Turner, Frank M. (1980). "Public Science in Britain, 1880-1919." *Isis* 71: 589-608.

- Velázquez, Roberto (1990). "Las dificultades de la comunicación científica." *Arbor. Ciencia, pensamiento, cultura*, nº.534-535: 115-121.
- Vian Ortuño, Ángel (1994). "Meditaciones sobre la divulgación de la ciencia." *Compas de letras*, nº.5: 81-98.
- Wachelder, Joseph (2003). "Democratizing Science: Various Routes and Visions of Dutch Science Shops." *Science, Technology, & Human Values* 28, nº.2: 244-273.
- Walsh, John (1982). "Public Attitude toward Science is Yes, but—." *Science* 215, nº.4530: 270-272.
- Waterman, Alan T. (1960). "National Science Foundation: A Ten-Year Resume." *Science* 131, nº.3410: 1341-1354.
- Weigold, Michael F. (2001). "Communicating Science: A Review of the Literature." *Science Communication* 23, nº.2: 164-193.
- Weinberg, Alvin M. (1970). "In Defense of Science." *Science* 167, nº.3915: 141-45.
- Whalen, Matthew D., y Mary F. Tobin (1980). "Periodicals and the Popularization of Science in America, 1860-1910." *The Journal of American Culture* 3, nº.1: 195-203.
- Whalen, Matthew D. (1981). "Science, the Public and American Culture: A Preface to the Study of Popular Science." *The Journal of American Culture* 4, nº.4: 14-26.
- Whitfield J. Bell, Jr. (1965). "Huxley, Tyndall, and American Gold: A Letter of Oliver Wendell Holmes." *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 20, nº.2: 164-165.
- Withey, S. B. (1959). "Public Opinion about Science and Scientists." *The Public Opinion Quarterly* 23, nº.3: 382-388.
- Wolfle, Dael (1950). "A National Science Foundation: 1950 Prospects." *Science* 111, nº.2874: 79-81.
- Wolfle, D. (1957). "National Science Foundation: The First Six Years." *Science* 126, nº.3269: 335-343.
- Wynne, Brian. (1991). "Knowledges in context." *Science, Technology, & Human Values* 16, nº.1: 111-121.
- Wynne, B. (1992). "Public understanding of science research: new horizons or hall of mirrors?" *Public Understanding of Science* 1, nº.1: 37-44.

- Wynne, B. (1995). Public understanding of science. En *Handbook of science and technology studies*, editado por S. Jasanoff, G. E. Markle, J. C. Petersen y T. Pinch. Thousand Oaks, CA, Sage**:** 361-388.
- Yankelovich, Daniel (1982). "Changing Public Attitudes to Science and the Quality of Life: Edited Excerpts from a Seminar." *Science, Technology, & Human Values* 7, nº.39: 23-29.
- Yearley, Steven (1994). "Understanding science from the perspective of the sociology of scientific knowledge: an overview." *Public Understanding of Science* 3, nº.3: 245-258.
- Yeo, Richard (1993). *Defining Science: William Whewell, Natural Knowledge, and Public Debate in Early Victorian Britain*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Young, Robert (1985). "Natural Theology, Victorian Periodicals, and the Fragmentation of a Common Context." En *Darwin's Metaphor: Nature's Place in Victorian Culture*, 126-63. Cambridge: Cambridge University Press, cop.
- Yriart, Martín (1990). "La divulgación de las ciencias como problema comunicacional." *Arbor. Ciencia, pensamiento, cultura*, nº.534-535: 163-177.
- Ziman, John (1991). "Public Understanding of science." *Science, Technology, & Human Values* 16, nº.1: 99-105.
- Ziman, J. (1992). Not Knowing, Needing to Know, and Wanting to Know. En *When Science Meets the Public*, editado por B. V. Lewenstein. Washington, DC, American Association for the Advacement of Science**:** 13-20.

[Todos los documentos *on line* han sido consultados el 31 de julio de 2009]