





## PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA



# PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA

FRANCISCO JOSÉ RUBIA VILA

(DIRECTOR)

ISABEL FUENTES JULIÁN Y SANTOS CASADO DE OTAOLA

(COORDINADORES)



ACADEMIA EUROPEA DE  
CIENCIAS Y ARTES  
ESPAÑA



**U N E D**  
**EDICIONES**

DIRECTOR DEL PROYECTO: Prof. F. J. Rubia Vila  
COORDINADORES: Isabel Fuentes y Santos Casado

PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA

EDITA:  
© Academia Europea de Ciencias y Artes

ISBN: 84-609-0239-0  
DEPÓSITO LEGAL: M-

IMPRIME:

# Índice

PRESENTACIÓN .....	9
INTRODUCCIÓN. FRANCISCO J. RUBIA .....	11
<b>La ciencia y el ciudadano</b>	
CULTURA CIENTÍFICA Y PARTICIPACIÓN FORMATIVA. JOSÉ ANTONIO LÓPEZ CEREZO Y JOSÉ LUIS LUJÁN .....	29
LA DEMOCRACIA TECNOLÓGICA. MIGUEL A. QUINTANILLA .....	47
EL RETO DE LA ADMINISTRACIÓN: LA CIENCIA Y LOS CIUDADANOS. ALMUDENA DEL ROSAL ALONSO .....	63
IMAGEN PÚBLICA E INTERESES PRIVADOS. JOSÉ MANUEL SÁNCHEZ RON ...	97
CIENCIA, CULTURA Y PÚBLICO: FALSOS PROBLEMAS Y CUESTIONES VERDADERAS. JEAN-MARC LÉVY-LEBLOND. ....	115
LOS PROBLEMAS EN EL ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN PÚBLICA DE LA BIOTECNOLO- GÍA: EUROPA Y SUS CONTRADICCIONES. EMILIO MUÑOZ .....	127
<b>Los medios</b>	
CIENCIA EN LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN. VLADIMIR DE SEMIR Y GEMMA REVUELTA .....	169
INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LOS MEDIOS IMPRESOS ESPAÑOLES. JO- SÉ LUIS CARRASCOSA .....	199
CUATRO TRUCOS Y CUATRO ENTRADILLAS. JAVIER SAMPEDRO .....	221
ADQUIÉRELA PARA POSEERLA: LA HERENCIA CULTURAL EN LA ERA DE LA REVOLU- CIÓN INFORMATIVA. JÜRGEN RENN .....	233
<b>Los museos</b>	
LOS MUSEOS DE LA CIENCIA: ESPACIOS DE ENCUENTRO PARA LA CREACIÓN DE OPINIÓN PÚBLICA. JORGE WAGENSBERG .....	251
DIVULGACIÓN Y EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA ESCUELA Y EN LOS CENTROS INTERAC- TIVOS DE LA CIENCIA. MANUEL TOHARIA Y ERNESTO LOWY FRUTOS ...	263
LA DEMANDA DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA. RAMÓN NÚÑEZ CENTELLA .....	297
LOS MUSEOS TRADICIONALES EN LA ERA DE LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO. CARME PRATS Y JORDI FLOS. ....	321
VALORIZACIÓN DE LOS MUSEOS CIENTÍFICOS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y DE LA COMUNICACIÓN. PAOLO GALLUZZI .....	351
<b>Epílogo</b>	
LA CIENCIA Y LA GENTE. ISABEL FUENTES Y SANTOS CASADO .....	373





## **Presentación**

### ***Academia Europea de Ciencias y Artes***

La Academia Europea de Ciencias y Artes se constituyó en 1990 para, a la luz de la tradición, contribuir al futuro de Europa y a su unidad mediante la promoción del saber, la cooperación y la tolerancia.

La Delegación Española acepta este reto y se fija el objetivo de definir Europa en sus aspectos sociopolíticos, económicos, científicos y tecnológicos. Se ocupa así de reflexionar, investigar y debatir los problemas que plantea la nueva construcción de Europa, desde la perspectiva de nuestro país y de sus regiones. Y ello con el objetivo de ofrecer información que permita allanar el camino de integración de las diferentes naciones y pueblos que conforman la Unión Europea. La Academia aspira, desde esta perspectiva, a convertirse en un punto de referencia en los campos de conocimiento en los que trabaja.

La Academia Europea de Ciencias y Artes-España viene desarrollando, desde su creación, un extenso programa que integra más de treinta proyectos, encuadrados en varias líneas de investigación, entre los que se encuentra la «Percepción social de la ciencia» que ahora presentamos.



# Introducción

*Francisco J. Rubia*

Cuando hablamos de cultura científica y técnica en un país como España, en el que una mayoría se dedica con entusiasmo a lo que podríamos llamar «cultura de circo», podríamos caer en un pesimismo sin límites. Ahora bien, siempre he pensado que el pesimismo, al cerrar puertas, no es ni siquiera sostenible como postura; mucho menos cuando se quiere emprender algo que, por ser valioso, cuesta. Ciertamente es que el número de personas interesadas por estos temas en España es muy bajo en comparación con otros países de nuestro entorno más adelantados científicamente. Pero es que no se debe olvidar que la cultura científica es parte de toda la cultura y ésta, a su vez, de un desarrollo económico determinado. Precisamente el crecimiento económico de España en las últimas décadas ha permitido que un mayor número de personas disponga de un tiempo libre que bien podría dedicar a su culturización científica, en vez de seguir fomentando, con su participación, esa «cultura de circo» que antes mencionaba. De que así lo haga depende, entre otras cosas, de la dedicación y el esfuerzo de personas que han comprendido esa necesidad, no sólo para sí mismos, sino para el bienestar general de todos los ciudadanos.

Creo entender que este modesto volumen ha reunido una serie de personas implicadas en esta tarea, por lo que es de esperar que lo que dicen, las experiencias que han reunido a lo largo de su actividad como expertos, sea de interés para aquellos, espero que muchos, que quieran emprender esta cada vez más necesaria tarea de la culturización científico-técnica de sus conciudadanos.

Así, al menos, lo ha entendido la Delegación Española de la Academia Europea de Ciencias y Artes publicando esta monografía que recoge las opiniones de profesionales dedicados a elevar la cultura científica de los ciudadanos.

El interés público por estos temas no ha disminuido, sino todo lo contrario. Cada día que pasa aumenta el interés de la población por aquellos temas que atañen de forma cada vez más directa a sus intereses, como son los temas de salud, de enfermedad, de alimentos o medioambientales. Así lo confirman por una parte el número de revistas científico-tecnológicas en el mercado, el creciente número de abonados a ellas, sobre todo entre la población joven, así como los artículos dedicados a estos temas en los periódicos nacionales.

Es sabido que el interés del público por los nuevos descubrimientos médicos y científicos, y por los temas de salud, de enfermedad y medioambientales, es relativamente alto en Europa, Estados Unidos y Canadá. Ahora bien, por otro lado, la culturización científica que el público tiene es relativamente baja, lo que nos induce a pensar que hay que realizar un esfuerzo en esta dirección para que los ciudadanos puedan apreciar los cambios que se están realizando y puedan comprender sus posibles consecuencias, tanto a nivel personal como público. También hay que resaltar que existe un cierto miedo a las consecuencias de los resultados del avance de la ciencia en algunos campos, sobre todo en aquellos que atañen de forma más inmediata a los intereses de los ciudadanos, por lo que esta culturización científico-tecnológica es imprescindible. Es evidente que mientras mayor sea la participación del ciudadano en la toma de decisiones o en la manifestación de sus opiniones sobre estos temas, mayor será también su cultura científica. Por tanto, los poderes públicos tendrían aquí una responsabilidad que no deben eludir, a saber, poner aquellos medios necesarios para garantizar la libre expresión de esas opiniones, aunque no fuese más que para evitar resistencias irracionales futuras a la aplicación de nuevas técnicas.

No hay que lanzar las campanas al vuelo. Se ha calculado que sólo uno de cada diez europeos participa o presta atención a los temas de política científica y tecnológica. Ni qué decir tiene que este porcentaje es muy bajo si queremos esa participación de la que antes hablamos.

Como puede verse a lo largo de los trabajos que este volumen recoge, existen posibilidades en España, y en el resto de Europa, de formarse en estos temas. Los museos de ciencia y tecnología han proliferado recientemente y sus responsables, como veremos, son conscientes de la importancia que tiene esta culturización. Pero también han aumentado las noticias sobre ciencia y tecnología en los pe-

riódicos nacionales y se han multiplicado las revistas dedicadas a la diseminación de estos conocimientos. Todo esto nos lleva a ser optimistas de cara al futuro, pero siempre que no sólo seamos conscientes de esta necesidad, sino que pongamos los medios necesarios para satisfacerla.

El denominador común de este esfuerzo es la preocupación por la cultura científica de nuestros ciudadanos de la que dependerá, estamos convencidos, de que los poderes públicos quieran invertir más en temas de investigación científica y desarrollo tecnológico que representan nuestro futuro como país.

En septiembre de 2002 la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia y Tecnología elaboró una encuesta sobre percepción social de la ciencia y la tecnología, hecha pública en noviembre del mismo año. Los datos arrojados no son muy alentadores con respecto al uso que nuestros ciudadanos hacen de estos temas. Curiosamente, aunque en una escala de 0 a 10 los temas de tecnología y de ciencia están bien valorados (5,33 y 5,72 respectivamente), los ciudadanos se quejaban del nivel de información que poseen. El consumo que se hace de estos productos se realiza fundamentalmente a través de la televisión y de la radio, aunque los porcentajes de visión y audición de este tipo de programas son muy bajos (24 y 6% respectivamente). Pero el dato más significativo es que, a pesar de la proliferación de museos de ciencia y tecnología por las comunidades más importantes, los encuestados confiesan que sólo un 11% ha visitado alguna vez uno de ellos en los últimos 12 meses. Este dato tendría que dar que pensar a aquellos que se encargan precisamente de culturizar científicamente a la población mediante la oferta que en esos museos se realiza.

Ahora bien, la demanda existe. La valoración que los encuestados hacen de la atención que le prestan los medios de comunicación a la información científica es que es insuficiente tanto en televisión (50%), como radio (47%) o prensa escrita (46%). Además, la valoración que los ciudadanos hacen de estos temas es muy alta por identificarlos con valores como progreso, sabiduría, poder, bienestar o riqueza. Y preguntados por los beneficios frente a los perjuicios que ciencia y tecnología puedan procurar, un 47% opina que los beneficios son mayores que los perjuicios.

\* \* \*

La aproximación al tema por parte de Miguel Ángel Quintanilla es más bien política. El problema de la participación democrática del ciudadano en decisiones sobre temas de tipo científico-técnico que no entiende es un viejo problema y no fácil de resolver. La utilización de «expertos» intermediarios con la ayuda de los partidos políticos no hace más que cambiar las personas y siempre sobre la base de que el ciudadano se fíe más del político que del científico, lo que niegan las encuestas.

Creo que las discusiones y, sobre todo, actitudes del ciudadano ante problemas que no entiende, como el tema de las «vacas locas» o el de las antenas, nos dice bien a las claras que el desconocimiento puede llevar a respuestas irracionales dictadas por el miedo y que pueden costar miles de millones, como Quintanilla nos explica. Se me ocurre que, como siempre, esta situación de indefinición del ciudadano podría corregirse en parte con una consciencia científico-técnica más elevada. Ese es precisamente el tema de este volumen: cómo aumentarla.

Almudena del Rosal, enfoca el problema desde el punto de vista de la Administración explicando que el programa de Cultura Científica y Participación Ciudadana de la Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid lo que pretende es abrir la experiencia científica a la mirada y reflexión del ciudadano. Para ello se explican las acciones dedicadas a este fin, como los talleres con amplia participación de los distintos estamentos sociales, la Feria Madrid por la Ciencia o la Semana de la Ciencia, entre otras. Los resultados de estas acciones no pueden ser más esperanzadores, sobre todo por lo que respecta a la Feria Madrid por la Ciencia que ha visto aumentar cada año el número de visitantes y el espacio que se ha dedicado a ella.

Quizás la consecuencia más importante de esta experiencia, que también tienen otras Comunidades Autónomas, es por una parte la receptividad del ciudadano para este tipo de acciones si están bien organizadas y se mezcla el ambiente científico con el aspecto lúdico, y por la otra, la demanda insatisfecha que existe en nuestra sociedad. Esta mezcla científico-lúdica tiene que estar bien equilibrada porque se corre el peligro de que este tipo de acciones se convierta más en feria en el sentido lúdico de la palabra que en feria de la ciencia. En cualquier caso, es reconfortante ver que el éxito increíble de estas ac-

ciones aún no ha alcanzado techo. De nuevo, motivos para ser optimistas.

Ahora que parece que los museos y casas de las ciencias se han puesto de moda y que cada autonomía compite con las demás en tener instalaciones de este tipo, deberíamos insistir en la necesidad de, a través de ellos, realizar una buena culturización científica que redunde tanto en beneficio de la cultura del propio ciudadano como en la consciencia pública en general de la importancia que estos temas tienen y van a tener para el futuro económico y cultural de nuestros pueblos. Una mayor consciencia en estos temas significará, sin duda, mayores inversiones en temas de ciencia y tecnología, lo que es más importante que la propia existencia de un ministerio con este nombre. Pero no es asunto sólo de los poderes públicos; la empresa privada y sus ejecutivos tienen una enorme importancia si queremos que inviertan en investigación, desarrollo tecnológico e innovación. La culturización de estos colectivos está todavía por hacer, lo que a la larga impediría que nuestras empresas, sobre todo si son sucursales de otras grandes empresas extranjeras, se limiten a la comercialización de sus productos y no inviertan en nuestro país en ciencia y tecnología.

José Manuel Sánchez Ron subraya la importancia que ha tenido en la reciente historia de la ciencia la participación del sector privado (yo añadiría: fundamentalmente en Estados Unidos). En efecto, desde el descubrimiento del transistor a finales de los años 40, realizado en laboratorios privados, pasando por Silicon Valley con la estrecha colaboración entre ciencia e industria, hasta el muy reciente ejemplo del descubrimiento del genoma humano, todos los ejemplos son de que, como dije, al menos en Estados Unidos, al científico no le duelen prendas si los descubrimientos científico-tecnológicos pueden ser lucrativos. Es más, a veces es el afán de lucro el que lleva a descubrimientos científicos importantes.

En mi opinión no habría que maravillarse que esto suceda, aunque en el pasado la ciencia y la tecnología hayan dependido siempre o casi siempre del sector público. Precisamente en España la escasa participación del sector privado es probablemente un factor que retrasa nuestros avances científico-tecnológicos. Como bien dice Sánchez Ron, la ciencia es cada vez más cara y llegará un momento en el que el sector público se vea incapacitado, por la necesidad de atender otros problemas más perentorios, para financiar los costes que la investiga-

ción requiere. La participación del sector privado será no sólo necesaria, sino fundamental, como lo indica el porcentaje de su aportación en países más desarrollados que el nuestro.

Como historiador de la ciencia, Sánchez Ron resalta el papel que la historia de la ciencia puede tener como instrumento para su difusión pública; sin negar ese papel, existen otros medios que favorecen esa difusión. Precisamente en Estados Unidos, que está convencido de que su liderazgo mundial en ciencia y tecnología lo debe al apoyo a la investigación básica y, naturalmente, su aplicación, la atención que se presta en la escuela primaria y secundaria a la cultura científica no es comparable con la que se presta en España. Cultura que luego se prolonga en la universidad, en donde los estudiantes que buscan crear una empresa son una gran mayoría; de ahí que el número de empresas *spin-off* a partir de los conocimientos que allí se generan sea mucho mayor que en otros países. Por eso, el enfoque que Sánchez Ron le ha dado a su comunicación es, a mi entender, tan importante.

Jean-Marc Lévy-Leblond comienza reconociendo la incultura del científico en áreas que no son las propias de su trabajo, relativizando así la diferencia entre ciencia y ciudadano, añadiendo que tampoco el ciudadano es un no-experto inculto en todos los casos. Pero donde da en el blanco es cuando dice que lo importante no es conocer muchas cosas, sino saber cómo saber, es decir, saber buscar, saber leer, saber preguntar. Esto lleva a Lévy-Leblond a plantear que los científicos deberían procurar cubrir sus lagunas culturales antes de corregir las lagunas científicas de los ciudadanos. Es de suponer que ambas cosas pueden hacerse simultáneamente. El problema no es tanto una carencia de conocimientos que separa al científico del profano, sino una carencia de poder que hace que los conocimientos científicos escapen al control democrático.

Emilio Muñoz adopta una actitud crítica frente a los resultados de diversas encuestas sobre el tema de la percepción social de la ciencia, poniendo énfasis en algunas conclusiones que no dejan de llamar la atención, como el hecho de que Finlandia, España y Portugal sean los tres países con una actitud social más positiva frente a la biotecnología. De aquí se sacó la conclusión de que se podrían identificar a estos países como aquellos con las economías más modernas y emergentes en Europa, conclusión que Emilio Muñoz discute, con razón, dadas las enormes diferencias entre Finlandia por un lado y Portugal



y España por otro en relación con su inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico; precisamente estos países representan los dos extremos, siendo Finlandia uno de los que más invierte y Portugal y España los que menos.

También llama la atención sobre un tema realmente preocupante como es la pérdida de confianza en sociedades avanzadas en la autoridad científica y en las instituciones que sustentan la actividad científico-técnica. Aquí habría que comprender la necesidad urgente de una culturización científico-técnica que, siendo consciente de los posibles efectos negativos de cualquier descubrimiento científico, no quiera tirar al niño con el agua del baño y condenar cualquier avance científico, como demagógicamente pretenden algunos. El daño que esta actitud negativa ante la ciencia y la tecnología puede reportar es inmenso, y eso que fácilmente podría reprochársele a sus defensores que no son capaces de renunciar a las ventajas que tanto la ciencia y la tecnología les aportan.

La propuesta de Emilio Muñoz de una mayor implicación de la comunidad científica en las tareas de culturización me parece excelente. Por desgracia, a un colectivo que está permanentemente luchando por su supervivencia como tal no se le puede pedir este esfuerzo adicional; además, no todos están probablemente capacitados para esta tarea. Pero aquellos que sí lo están deberían esforzarse por aumentar el nivel de cultura científico-técnica de nuestros ciudadanos, siempre y cuando hayan comprendido que, a la larga, están haciéndose un favor a ellos mismos.

La preocupación de Vladimir de Semir y Gemma Revuelta es cómo se transmiten los nuevos conocimientos en ciencia y tecnología a los medios de comunicación. Abre su artículo «Ciencia en los medios de comunicación» con los datos del Eurobarómetro de diciembre de 2001, que muestra las fuentes de información de los ciudadanos de la Unión Europea con respecto a los temas de ciencia y tecnología.

Los datos indican que los visitantes a museos de ciencia representan un porcentaje pequeño, pues, junto con los libros y las conferencias sobre estos temas, sólo hacen un 14,2% del total. El resto recibe la información de la televisión, la prensa, la radio, la escuela o la universidad, de las revistas científicas y, más recientemente, de Internet.

Estos datos son muy importantes, si tenemos en cuenta que deben haber variado mucho desde los tiempos en donde ni Internet, ni la televisión, ni la radio estaban a disposición del ciudadano. Este Eurobarómetro también nos dice que aproximadamente un 15% de los ciudadanos busca información sobre estos temas, porcentaje que asciende curiosamente en Grecia a un 25,5%.

Otro importante dato que mencionan Vladimir de Semir y Gemma Revuelta es la duplicación de noticias médicas y de salud en los periódicos españoles de tirada nacional desde 1997 a 2001, a pesar de que el número de periodistas científicos no ha variado. De aquí se deduce una necesidad nacional: el incremento del personal especializado en ciencia y tecnología en los medios de comunicación. Estos informadores oficiales no sólo deberían aumentar en número, sino reciclarse periódicamente para dar un mejor servicio al ciudadano. Claro es, sin embargo, que las noticias médicas y de salud no pueden ser un ejemplo extrapolable a otras, ya que son noticias de un interés más inmediato para el ciudadano que las que son, por ejemplo, sobre Marte.

Otro ejemplo que justifica el optimismo para aquellos que se dedican a intentar aumentar la consciencia científico-técnica del ciudadano es que una revista de divulgación como *Muy Interesante* tenga ya una tirada mensual de unos 300.000 ejemplares, estando inmediatamente detrás de las revistas femeninas y de decoración que son las más vendidas.

La llegada de Internet ha supuesto una auténtica revolución informática y un salto cualitativo respecto a otros medios convencionales, pues el crecimiento de sus consultas parece imparable. En Estados Unidos ya es la primera fuente de información sobre temas científicos y técnicos, aunque la televisión sigue siendo la primera fuente «pasiva» de información.

En su contribución, José Luis Carrascosa analiza el tratamiento que ha recibido la innovación tecnológica aplicada por la prensa española en los últimos años, partiendo de la convicción de que los medios de comunicación de masas tienen una enorme importancia en la cultura científico-técnica del ciudadano. En este estudio se refleja la insuficiencia del espacio que ocupan estas noticias (0.5%). Si se añade la ciencia y la tecnología, este porcentaje aumenta hasta un 3%, lo que indica la poca importancia que estos temas tienen para la prensa,

teniendo más impacto la televisión y la radio. Curiosamente, tres diarios económicos publican un 60% de las noticias, mientras que seis diarios de información general publicaban el 40% restante.

La comunicación de Javier Sampedro comienza con un pesimismo que él mismo contrarresta dando una serie de útiles recomendaciones para aquellos que se atrevan a intentar elevar la cultura científico-técnica de sus conciudadanos. Por ello, creo que el artículo de Sampedro será muy útil para aquellos que se dedican a esta tarea. A fin de cuentas, no es fácil encontrar a una persona que reúne en sí misma la profesión de periodista habiendo sido previamente un científico experimental.

El artículo de Jürgen Renn está dedicado a la herencia cultural en la era de la revolución informativa que estamos viviendo. Menciona la resistencia que, por ejemplo, despertó el uso de Internet en algunos medios intelectuales alemanes, llegando a alcanzar este rechazo al 43% de la población. Ciertamente, a estas reservas ha contribuido el hecho de que la Red ha sido utilizada con fines comerciales, como la compra de los derechos exclusivos de los frescos de la Capilla Sixtina por una televisión japonesa, o la creación por Bill Gates de una empresa dedicada a coleccionar y digitalizar cuadros de pintura de todo tipo. Pero cualquier instrumento, y la Red es uno, puede utilizarse con diversos fines. Parece, desde luego, exagerada la preocupación de prominentes científicos alemanes de que en el futuro la ciencia tenga que «volver a comprar sus propios productos a la economía».

No comparto la opinión de Renn cuando nos dice que la cultura disminuye frente a la basura informativa en la Red. Quien quiera buscar información cultural la encontrará y en el futuro será como todo lo demás: habrá basura informativa, quizás más que cultura, pero es que la Red no puede ser otra cosa que el reflejo de la sociedad que la alimenta con información. Proyectos como la iniciativa de volcar todos los archivos babilónicos en la Red, o la librería digital Perseo, ejemplos citados por Renn, nos indican algo que ya sabíamos: que la Red es un instrumento y puede usarse para la cultura o para la basura informática.

Para Jorge Wagensberg la ciencia es la forma de conocimiento que más influye en la vida cotidiana. El problema es que el ciudadano no tiene aún la cultura científica necesaria para poder opinar o elegir, lo que sería imprescindible en un sistema democrático. Coincide con

Sampedro en que el conocimiento científico del ciudadano español es raquítico. Wagensberg quiere transmitir la experiencia de 20 años al frente de un museo de la ciencia. Mediante una anécdota nos explica algo que todo científico conoce: que los resultados son una cosa y su interpretación otra muy distinta, pudiendo haber incluso interpretaciones contradictorias, interpretaciones que pueden dar paso a una discusión fructífera para los asistentes a un museo de esas características. Las cuestiones científicas no afectan sólo a la comunidad científica, sino a todos los ciudadanos. El museo debe ser un lugar donde científicos y ciudadanos puedan discutir sus distintos puntos de vista.

Visto así, y con el éxito que ha acompañado al museo de ciencia de Barcelona precisamente en este campo, podría convertirse en una recomendación para futuras programaciones museísticas, lo que aumentaría el bajo porcentaje de visitantes a los museos de ciencia y tecnología que nos reveló el Eurobarómetro. El establecimiento de una red museística sobre la base de la asociación ya existente (ECSITE) de museos y centros de ciencia a nivel europeo, y la comunicación, utilizando los modernos instrumentos, podría revitalizar la función de estos museos de elevar la consciencia científico-técnica de los ciudadanos.

Las trece hipótesis de trabajo que Wagensberg menciona al final de su comunicación, y que resume su experiencia, serán muy probablemente de gran utilidad para todo aquél que se dedique a esta noble tarea.

El artículo de Manuel Toharia y Ernesto Lowy expresa la preocupación por la enseñanza ya en la escuela de la ciencia y la tecnología, convencidos de que es ahí donde hay que comenzar a formar la cultura científico-técnica que la persona adulta debe tener para convertirse tanto en consumidor de, como en opinante sobre temas tan importantes para su vida como ciudadano.

Los autores hacen un repaso de algunas teorías de aprendizaje y desarrollo, que pueden ser útiles para los que quieran dedicarse a este apasionante tema de la culturización científico-técnica, para luego hacer algunas recomendaciones sobre educación científica no formal que ha sido muchas veces la causa de vocaciones científicas futuras. Sus reflexiones sobre los museos de ciencia, de los que ambos autores tienen larga experiencia, son muy interesantes, aparte de que recogen

las experiencias y análisis de otros museos del extranjero. Sin duda, el mayor hincapié se hace en las experiencias adquiridas sobre todo en el Museo de las Ciencias de Valencia. Estas experiencias serán sin duda útiles para otros museos de España y del Extranjero, de la misma manera que también habrá que tener en cuenta las experiencias de museos con una mayor tradición fuera de nuestras fronteras.

Pragmático si los hay, Ramón Núñez plasma sus experiencias adquiridas en los museos coruñeses que dirige. Parte de la base de que la educación científico-técnica es algo que hay que aprender muy pronto, a ser posible en la escuela, para que el niño pueda adquirir un equilibrio con su entorno, de forma que no se sienta amenazado posteriormente por descubrimientos científicos o innovaciones tecnológicas; claro que para eso es precisamente necesaria una formación que en la escuela no se le da, al menos en España; de ahí que la mayoría de los programas y cursos de enseñanza de las ciencias a nivel de bachillerato procedan de Estados Unidos, que sí es consciente de la necesidad de empezar pronto con la culturización científico-técnica de los ciudadanos. Son estos programas en los que se hace hincapié en frases tan conocidas como «aprendizaje por descubrimiento» o «la ciencia como modo de pensar», que indican que lo que hay que fomentar a esas edades es especialmente el desarrollo de actitudes que le permitan luego al adulto asimilar y ordenar los conocimientos nuevos que adquiere, sin reparos ni miedos irracionales.

Carme Prats y Jordi Flos consideran que es en los museos e instituciones similares donde se da prioridad a la difusión de la ciencia. Un papel preponderante en esta labor se le atribuyen a las asociaciones de aficionados a la naturaleza que mantienen relaciones estrechas con los museos. Los autores afirman que para una buena tarea de culturización científica hay que poseer una sólida formación científica, aunque para ser un buen divulgador no baste esta formación. La consecuencia sería que en los equipos de los museos debería haber tanto científicos dedicados a la culturización científica como periodistas especializados en estas labores.

Estos autores constatan que en los años ochenta y noventa del siglo pasado la dedicación de la prensa diaria a la divulgación científica aumentó significativamente. Esto, unido al aumento del número de revistas dedicadas a la divulgación de la ciencia y la tecnología, nos vuelve a confirmar que, al menos, existe un aumento de la demanda.

Prats y Flos nos dicen que un museo de ciencia y tecnología moderno debe basarse en tres pilares: las colecciones y su conservación, las exposiciones para el público y la investigación que en palabras del fallecido director del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, Pere Alberch, es lo que le da al museo una identidad dinámica y viva.

Es interesante la explicación del llamado Observatorio Científico de la Ciudad Mediterránea que reúne a 22 museos catalanes, instituciones científicas de diferentes organismos y administración, para fomentar la cultura científica del ciudadano; su portal en la red sirve para la comunicación y participación del ciudadano.

La postura defendida por López Cerezo y Luján es que la participación ciudadana en políticas científico-técnicas no sólo es un derecho básico, sino que sirve también para generar cultura científico-técnica. Que la participación ciudadana sea un derecho básico se argumenta con el hecho de que la mayor parte de la investigación se hace con fondos públicos (habría que añadir: al menos aquí en España); otro argumento a favor es que representa un motor de cambio social y crecimiento económico y afecta a la salud y al entorno de los ciudadanos; y, finalmente, que la ciencia se ha convertido en un factor clave de gobernabilidad.

Una vez sentados estos argumentos, los autores se dedican a enumerar una serie de formas de participación del ciudadano en la toma de decisiones sobre políticas de ciencia y tecnología, muchas de ellas ya usadas en diversos países. Finalmente, los autores discuten los resultados que se han obtenido con estas formas de participación, insistiendo, como hacen otros en este mismo volumen, en la necesidad de llevar esta preocupación a la enseñanza reglada.

La contribución de Paolo Galluzzi está orientada a la reciente evolución de los museos científicos de carácter histórico. Su creación a partir de la segunda mitad del siglo XVIII tenía como meta precisamente difundir la ciencia por ser considerada motor del progreso y garante de la prosperidad.

Plantea las diferencias entre los museos de corte clásico y los llamados «science centers», prácticamente ausentes en los países mediterráneos, diciendo que los primeros son «top-down» y los últimos «bottom-up», pero no deja de explicar los pros y los contras de estos «science centers», como dar la posibilidad al visitante de la manipula-

ción y la exploración, pero corren el peligro también de que estos centros se conviertan en parque de atracciones.

Como director del Instituto y Museo de Historia de la Ciencia de Florencia, Galluzzi nos transmite sus experiencias en dar vida a un museo histórico con una impresionante colección de instrumentos físico-matemáticos, utilizando las técnicas modernas. El desarrollo de un catálogo-multimedia que permite la visita virtual al museo, la profundización en los temas y el acceso a recursos bibliográficos; el desarrollo de un terminal portátil que permite al visitante la consulta mientras se pasea por las salas del museo; el hipertexto que hace posible la visita virtual a otros lugares de interés científico-técnico de la Toscana. En suma, todas estas innovaciones basadas en nuevas tecnologías deberían servir de ejemplo para cualquier museo de estas características.

Dijimos al principio que el tema de esta monografía podría resumirse en la necesidad de aumentar la consciencia del ciudadano sobre la importancia de los temas científico-técnicos y cómo hacerlo.

Hemos visto las diferentes opiniones de personas que de un modo u otro están en relación con este tema, y nos parece oportuno sacar de todas ellas algunas conclusiones.

Queda abierto el problema de la participación ciudadana en las discusiones sobre temas científicos de los que no tienen un conocimiento profundo, tema este muy discutido ya que es tremendamente difícil pedir una participación en la toma de decisiones cuando no se dominan los temas sobre los que hay que decidir. En otros países se han ensayado diversos métodos de participación y supongo que también pueden aplicarse en España, como la organización de conferencias y simposios en donde se invita tanto a los expertos como a cualquier ciudadano a participar en ellos y a discutir los temas en cuestión. Las experiencias que han tenido algunas de las personas que han participado en esta monografía son muy positivas y demuestran un interés extraordinario por parte del ciudadano en entender los problemas y plantear soluciones.

Otra cuestión es el apoyo de las diferentes administraciones a la organización tanto de eventos de culturización científica, como la Semana de la Ciencia o la Feria Madrid por la ciencia, o en general de todo aquello que vaya dirigido a los fines que hemos discutido. Este apoyo ha dependido a veces de la especial sensibilidad de algunos ges-

tores en vez de ser una preocupación esencial de los poderes públicos. En este sentido, supongo que el éxito que han tenido algunos de estos eventos sea un motivo para que las diferentes administraciones adquieran consciencia de la necesidad de su celebración. Es de esperar que se genere un círculo virtuoso que fomente cada vez más la diseminación de los contenidos científico-técnicos de estas celebraciones.

La participación privada en este tema deja mucho que desear. Forma parte de una miopía general ante temas que, al ser a largo plazo, no ocupan la mente de empresas que esperan un beneficio inmediato de sus inversiones. Si la inversión privada en investigación, desarrollo e innovación es baja en España, cuanto menos lo será la inversión en la culturización científico-técnica de la población. Por tanto, es de esperar que un aumento de la primera, que se considera imprescindible si se quiere competir con otros países, traiga como consecuencia una mayor preocupación por el tema de la culturización.

Bien es verdad que el sector público es más importante, sobre todo porque la culturización científico-técnica debe comenzar ya en la escuela, como se hace en otros países más desarrollados que el nuestro. También lo han expresado así algunos de los autores de esta monografía, por su propia experiencia y por la mayor receptividad para estos temas de los más jóvenes.

Otro aspecto que se ha planteado en esta monografía es la necesidad de que el propio científico tenga consciencia de que es necesario divulgar lo que hace de forma sencilla y entendible para la mayoría de los ciudadanos. Es lógico que si queremos que el ciudadano tome consciencia de estos temas, por qué no exigir al científico que también lo haga y que tanto por un lado como por otro se acerquen las posturas que vayan ambas a mejorar esa consciencia.

En otros países ya han comenzado un buen número de científicos a publicar datos de su propio campo de forma accesible para el ciudadano. Se habla de la tercera cultura, es decir, de necesidad de unir las humanidades y las ciencias. Precisamente el hacer accesible al gran público los conocimientos científicos mediante libros u otras publicaciones escritas por los propios expertos es también una necesidad que puede ir perfectamente en la misma dirección.



Pero en donde se puede y se está intentando hacer un gran esfuerzo es en la modernización de la oferta museística. Algunos museos han entendido que la muestra de colecciones o la actitud pasiva del visitante de estos museos es algo que debe pertenecer al pasado, sin que quede invalidada la importancia de las colecciones. Pero la interactividad, la preocupación por hacer pensar al visitante en esos temas, etc., es algo que está calando cada vez más profundamente en las personas que tienen a su cargo los museos de ciencia y tecnología. En este sentido, los contactos con otros museos de Europa y América son muy importantes, así como lo son las nuevas tecnologías informáticas que van a permitir una mayor flexibilidad en la oferta que estas instituciones hagan.

Otra cuestión relevante es la de la divulgación científica por parte de los medios de comunicación. En este sentido, tanto la formación de los periodistas como la preocupación de los poderes públicos por estos temas son fundamentales. Pero el aumento de la tirada de las revistas dedicadas a la ciencia y la tecnología, así como el incremento de las noticias sobre estos temas en los periódicos nacionales supone una esperanza de que puedan pronto corregirse las carencias que en esta monografía se han subrayado.

El futuro de nuestro país, tanto económico, como cultural y social depende de nuestra inversión en ciencia y tecnología. Se suele repetir esta frase una y otra vez, pero nos queda un largo camino por recorrer si queremos que cale profundamente en la mente de las personas que aquí se han señalado como responsables. Y esta responsabilidad atañe no sólo a los poderes públicos, sino al sector privado, así como a todos y cada uno de los participantes en estos temas: científicos, periodistas y público en general.

Es de esperar que el esfuerzo que hace la Delegación Española de la Academia Europea de Ciencias y Artes al publicar esta monografía sirva para contribuir modestamente a aumentar la consciencia científico-técnica del ciudadano, pero también de los otros estamentos implicados.



## **LA CIENCIA Y EL CIUDADANO**



# **Cultura científica y participación formativa**

**José Antonio López Cerezo**  
**José Luis Luján**

La participación ciudadana en la elaboración de políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología (fundamentalmente políticas de promoción de la investigación y regulación de impactos y riesgos tecnológicos) es frecuentemente defendida en virtud de un principio democrático básico: la participación social en los asuntos públicos. También se defiende habitualmente la necesidad de la alfabetización científica y técnica de la población como un requisito de la ciudadanía en las actuales sociedades industrializadas <sup>1</sup>. Nuestra argumentación en este trabajo es complementaria de estos dos enfoques, a menudo presentados en oposición crítica. Consideramos que la participación ciudadana puede ser defendida no sólo por constituir un derecho básico, sino también porque el proceso mismo de participación genera cultura científica y tecnológica.

## **La politización de la ciencia y la tecnología y la cultura científica**

La ciencia y la tecnología se han convertido en nuestros días en asuntos políticos de primera magnitud. Este es un hecho social en numerosos países desde hace algunas décadas. A continuación mostramos

---

<sup>1</sup> Respecto a estas dos líneas de argumentación, véase más adelante, así como, en general, las contribuciones a Petersen (1984) o Fisher (2000).

algunos de los principales factores que han conducido a esta situación (Luján, 2002):

- Una parte importante de la investigación científica y de la innovación tecnológica está financiada con fondos públicos. Las políticas de ciencia y tecnología constituyen en la actualidad un ámbito de las políticas públicas de la mayoría de los estados, y no sólo del primer mundo a causa de la creciente extensión de las redes internacionales del comercio y la comunicación.
- La ciencia y la tecnología, especialmente la tecnología, son un motor de cambio social. La tecnología posee la potencialidad de modificar valores individuales y sociales, instituciones, la estructura social, etcétera. Por ello se han ubicado en el centro de numerosos conflictos sociales contemporáneos.
- La innovación tecnológica y la industrialización introducen riesgos para la salud pública y el entorno. La valoración de las consecuencias «positivas» y «negativas» de la innovación tecnológica y su redistribución social se convierten entonces en uno de los ejes del debate político y del conflicto social.
- Numerosas políticas públicas están fuertemente relacionadas con el conocimiento científico. Cada vez más tratados, leyes, reglamentos, disposiciones, etcétera, se elaboran sobre la base de la documentación científica. La ciencia es un factor clave de gobernabilidad en el mundo actual.

Desde mediados del siglo pasado la ciencia y la tecnología han sufrido un proceso de politización explícita. Este es un fenómeno relativamente reciente, pues tradicionalmente la ciencia y la tecnología eran consideradas actividades al margen de la esfera política, aunque motor de modernización social y crecimiento económico (González, López Cerezo y Luján, 1996).

La necesidad de que la población general adquiriera un cierto grado de cultura científica se ha defendido por diferentes razones. Con el transcurso del siglo, la dimensión política de la ciencia y la tecnología es una de las razones que va cobrando mayor peso.

Irwin (1995: 11) se hace eco de una obra realizada por la Association of Scientific Workers poco después del final de la Segunda Guerra Mundial. En el texto se asume una perspectiva socialista del pro-

greso científico y se defiende la necesidad de incrementar la comprensión pública del conocimiento científico por tres razones principales:

- La capacitación técnica de los trabajadores.
- La ciencia como parte fundamental de la cultura.
- La cultura científica como requisito para la democracia.

En 1972, en las discusiones previas a la creación de la OTA (Office of Technology Assessment), el congresista norteamericano Charles Mosser argumentaba en los siguientes términos:

«Prácticamente todos los comités del Congreso están obligados a tomar decisiones extremadamente importantes que incluyen aspectos tecnológicos relevantes, y con el paso del tiempo esto será cada vez mayor. Cada vez más contemplamos proyectos que requieren un gasto enorme de fondos públicos, proyectos que pueden tener enormes impactos sociales, ambientales, sobre la salud o económicos, no fácilmente evidentes. Hay, por lo tanto, una necesidad crucial de que conozcamos mejor y valoremos más precisamente esos impactos antes de que votemos nuestras decisiones»<sup>2</sup>.

A Mosser le preocupaba la asimetría que se estaba creando entre las agencias del ejecutivo y los congresistas norteamericanos. El único modo de compensar el poder entre ejecutivo y legislativo en numerosos temas (especialmente los relacionados de algún modo con la ciencia y la tecnología) era poseer una fuente de información técnica independiente.

Irwin (1995: 12-13) comenta también el informe de la Royal Society de 1985 sobre la comprensión pública de la ciencia. En él se defendía la mejora en la comprensión pública de la ciencia en términos de:

- La prosperidad nacional: la ciudadanía valorará las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías.
- El crecimiento económico: se reducirá la hostilidad o la indiferencia hacia la ciencia y la tecnología.
- Políticas públicas: cuya calidad aumentará.
- Decisiones personales: por ejemplo respecto a la dieta, la higiene, etc.

---

<sup>2</sup> Citado en McGinn (1991).

- La vida diaria: entender el mundo en el que vivimos.
- Riesgo e incertidumbre: una mejor comprensión de los riesgos conducirá a mejores decisiones públicas y privadas en este ámbito.
- Pensamiento y cultura contemporáneos: sin cultura científica se está privado de la riqueza de una parte importante de la investigación y los descubrimientos humanos.

Recientemente Miller, Pardo y Niwa han defendido un punto de vista semejante. La cultura científica es necesaria para la toma de decisiones, tanto individuales como públicas.

«Quienes deben elegir entre tratamientos médicos alternativos, especialmente entre alternativas que implican el uso de nuevas tecnologías, como la terapia génica, quizás puedan tomar mejores decisiones si poseen una comprensión más adecuada de la función del ADN. Y los ciudadanos dirigentes que están familiarizados con constructos científicos básicos de energía, ecosistema, impactos ecológicos de las actividades humanas y probabilidades y evaluación de riesgos, pueden adoptar mejores decisiones en materia de políticas públicas sobre asuntos que abarcan desde la ubicación de los vertederos controlados hasta el emplazamiento de los reactores nucleares»<sup>3</sup>.

Y más adelante añaden:

«Por último, creemos que es esencial considerar la comprensión que el público tiene de la ciencia y la tecnología como un componente importante del complejo sistema de formulación, aceptación y aplicación de políticas propio de las sociedades industriales modernas. Incluso en los casos en que la participación de los ciudadanos en la fase de definición de dichas políticas se limita a dar su consentimiento tácito, el éxito tanto de la aceptación como de la aplicación eficaz de tales políticas públicas puede depender de que el público tenga un conocimiento básico de los conceptos científicos y unas actitudes positivas hacia las instituciones científicas»<sup>4</sup>.

La creciente politización de la ciencia y la tecnología en los países democráticos ha hecho que la preocupación por la cultura científica y

---

<sup>3</sup> Miller, Pardo y Niwa (1998: 6-7).

<sup>4</sup> Miller, Pardo y Niwa (1998: 11).



tecnológica tome unas dimensiones nunca anteriormente alcanzadas. Uno de los modos en que se ha materializado esta preocupación es a través de las propuestas de alfabetización científica.

La idea básica que subyace a la mayoría de las propuestas de alfabetización científica y tecnológica es que puesto que numerosas decisiones políticas están relacionadas con la ciencia y la tecnología es necesario que los ciudadanos posean ciertos conocimientos mínimos sobre dichas actividades. El concepto de cultura científica presupuesto es el de una comprensión mínima de los principales resultados de la ciencia y la tecnología (y también del llamado «método científico»). Y la principal actividad de alfabetización es la educación formal y la divulgación (mediante diferentes procedimientos). Se supone que si la ciencia y la tecnología se han convertido en objeto de controversia social es debido principalmente al desconocimiento de una parte de la ciudadanía de algunos aspectos técnicos implicados en el tema objeto de debate, e.g., la energía nuclear. Los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología han mostrado que estos supuestos son erróneos. Las actitudes hacia la ciencia y la tecnología no dependen exclusivamente del nivel de conocimiento científico (Atienza y Luján 1997).

Pese a los programas de alfabetización, el proceso de politización de la ciencia y la tecnología ha ido incrementándose. La necesidad de abrir los procesos de toma de decisiones en cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología se hizo ineludible en algunos de los países del Occidente industrializado. Más adelante veremos algunos de los procedimientos que se han utilizado para abrir los procesos de toma de decisiones en relación con la ciencia y la tecnología a la participación pública.

Este proceso de controversia, politización y apertura de los procesos de toma de decisiones ha conducido a un cambio fundamental en el concepto de cultura científica. Cultura científica ya no puede equipararse únicamente a conocimiento de los aspectos técnicos, sino que también debe incluir conocimiento de los aspectos sociales políticos, económicos, etc., relacionados con el cambio científico y tecnológico<sup>5</sup>. Lo que puede conducir a la, en apariencia, paradójica situación

---

<sup>5</sup> Miller, Pardo y Niwa (1988: 41) distinguen entre alfabetización científica práctica, alfabetización científica cultural y alfabetización científica cívica. Por alfabetización científica cívica se entiende el nivel de conocimiento en

de que un científico no posea un nivel adecuado de cultura científica si desconoce aspectos fundamentales sobre la dimensión social, política, cultural... de la ciencia y la tecnología.

Este es un cambio fundamental. El nuevo enfoque ya no se limita a reconocer un polo transmisor y otro receptor, como en los modelos tradicionales de la enseñanza formal y la divulgación. Los ciudadanos son parte interesada en los procesos de cambio científico y tecnológico (fundamentalmente tecnológico) y por lo tanto su punto de vista ha de ser tenido en cuenta, al tiempo que los ciudadanos se apoyan en conocimientos científicos útiles para adoptar una posición en numerosas controversias sociales y políticas. Se trata de una apropiación popular de la ciencia que realiza una selección de contenidos sobre la base, al menos, de la utilidad y disponibilidad de los mismos, la confianza en las fuentes y las posibilidades de una asimilación significativa <sup>6</sup>. La cultura científica se contextualiza así en relación con problemas sociales y políticos, explicitándose el reconocimiento de que la ciencia no habla con una sola voz.

## Formas de participación pública

En este apartado mostramos algunos modos de participación ciudadana en la toma de decisiones sobre políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología y valoramos algunas de sus principales características. El listado no es exhaustivo, pero es representativo de la mayoría de mecanismos ensayados en los países industrializados (López Cerezo, Méndez Sanz y Todt, 1998; López Cerezo y Luján, 2000).

Cuando se habla de procedimientos de participación pública en la elaboración de políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología se distingue entre procedimientos de decisión y procedimientos de deliberación. Mientras que el referéndum sería claramente, por su

---

términos de conceptos científicos suficientes como para poder leer un periódico o una revista y para entender lo esencial de los argumentos que se emplean en una controversia.

<sup>6</sup> En el marco formado por una diversidad de elementos cognitivos y no cognitivos, como, por ejemplo, conocimiento popular, no científico, expectativas de acción, actitudes previas, etc.

carácter vinculante, un procedimiento de decisión, las conferencias de consenso, por ejemplo, serían un procedimiento orientado hacia la deliberación. También se clasifican los procedimientos de participación de acuerdo a si la agenda —temas, definiciones, alternativas, etc.— está abierta a la negociación con los participantes o está controlada por los promotores del proceso. El referéndum plantearía una agenda cerrada en este sentido (excepto en el caso de algunas iniciativas legislativas ciudadanas), mientras que en las conferencias de consenso estaría abierta a la negociación. Utilizando esta doble clasificación, parece claro que los procedimientos deliberativos poseen mayor capacidad para generar cultura científica, al igual que aquellos que mantienen la agenda abierta a la negociación.

Estas clasificaciones, sin embargo, poseen algunos inconvenientes para nuestro objetivo. En primer lugar, están pensadas principalmente para procesos formales. Pero éstos no son los únicos de los que hace uso la sociedad actual para tratar de influir en el cambio tecnológico. El consumo diferencial se ha revelado como una poderosa estrategia y ha sido promovida por organizaciones ecologistas, de consumidores y preocupadas por el llamado «comercio justo». Lo mismo ocurre con diferentes modos de protesta social.

En segundo lugar, en muchos conflictos sociales en torno a tecnologías se producen interacciones entre diferentes procedimientos. Por ejemplo, a una protesta le puede seguir una audiencia parlamentaria o un referéndum.

En tercer lugar, estas clasificaciones se circunscriben al procedimiento como tal. Pero su valoración desde el punto de vista de su capacidad para generar cultura científica ha de tener en cuenta también el conjunto del proceso: lo que ocurre antes (e.g., si se presupone cultura científica), durante (valoración del procedimiento) y después (proyectabilidad en el tiempo).

Con todo, para nuestro propósito es importante si el procedimiento está orientado a la decisión o a la deliberación, y la agenda está abierta o controlada por los promotores. Además, también hay que tener en cuenta la población que participa en el procedimiento, la duración del mismo y las características de la interacción.

*Referéndum.* En un referéndum se plantean a los ciudadanos diferentes opciones (normalmente dos) entre las que han de elegir. El resultado (excepto en el caso de los que tienen un carácter consultivo)

es vinculante. Como tal, el referéndum consiste en una votación puntual, aunque en relación con su carácter formativo se ha de analizar el proceso que conduce a su convocatoria. Los participantes son potencialmente todos los miembros adultos de una población. Este procedimiento ha sido utilizado, por ejemplo, en Suecia, Austria y California en relación con la energía nuclear, y en Austria y Suiza con la biotecnología.

*Audiencia pública.* Se trata de un mecanismo frecuentemente utilizado. Su modo normal de funcionamiento es el siguiente. La administración presenta un plan o un programa en un foro público. Los asistentes pueden dar su opinión, sin un impacto directo en términos de las recomendaciones atendidas. Los participantes son ciudadanos interesados, si bien su número está limitado por la extensión de la convocatoria. Con frecuencia, los verdaderos participantes son los expertos y políticos que intervienen, pues los ciudadanos tienen muy poca capacidad para influir en la agenda. Es más bien un procedimiento de recogida de información por parte de la administración, antes que un procedimiento de deliberación. Dado que suelen convocarse para diferentes tipos de actores sociales, las audiencias pueden durar varias semanas o incluso meses.

*Encuesta de opinión.* Se trata principalmente de un método para la investigación de percepciones, valoraciones, actitudes, etc. de una población. Sin embargo, es frecuentemente utilizada por la administración para saber el nivel de aceptación que puede llegar a tener una medida. Sus objetivos son muy diversos. La administración puede decidir adoptar o no una medida según lo que diga la encuesta, pero también puede utilizar los resultados para prevenir la reacción social mediante estrategias de comunicación. En el estudio participa una muestra representativa de la población objeto de estudio de acuerdo con las variables consideradas relevantes. Normalmente se realiza mediante cuestionario escrito o encuesta telefónica. Puede incluir gran diversidad de preguntas. Se utiliza principalmente para recoger información, aunque como hemos visto los objetivos pueden ser diversos. Es ampliamente utilizada, y algunos ejemplos son los siguientes: EE.UU., biotecnología e ingeniería genética; Reino Unido, alimentos transgénicos; España, biotecnología e ingeniería genética, reproducción asistida; Unión Europea, eurobarómetros.

*Gestión negociada.* Es el método habitualmente utilizado por departamentos del ejecutivo como la Agencia de Protección Ambiental (EPA) norteamericana. Participa un reducido número de representantes de grupos de interés, y en ocasiones de organizaciones ciudadanas. Consiste en la puesta en marcha de una comisión de trabajo formada por los representantes de los grupos sociales afectados o interesados y de la institución convocante. Las regulaciones concretas son el objeto habitual de trabajo, y normalmente se requiere llegar al consenso sobre la medida. La duración puede ser muy variable, pero generalmente hay que fijar un plazo para que se llegue a una propuesta operativa.

*Conferencias de consenso.* Usado ampliamente en Dinamarca y Países Bajos, en temas como la irradiación de alimentos o la polución del aire, en Reino Unido para las plantas modificadas genéticamente, en Francia también para aplicaciones biotecnológicas y en EE.UU. para telecomunicaciones. Suele incluir entre 10 y 16 miembros del público (sin conocimiento del tema) elegidos por el comité organizador como «representantes» del público general. Consiste en reuniones abiertas al público en las que el panel de ciudadanos no expertos, con un moderador independiente, interroga a expertos convocados desde los grupos de interés. Se elabora un informe final con las conclusiones que se difunde públicamente. La conferencia dura tres días normalmente y son necesarias actividades y reuniones previas para informar a los participantes sobre el tema. Las conferencias de consenso son uno de los procedimientos mejor valorados por quienes defienden un acercamiento deliberativo a la participación pública en temas relacionados con la ciencia y la tecnología.

*Panel ciudadano.* Generalmente incluye de 12 a 20 miembros del público seleccionados por el panel de grupos de interés como representativos de la población local. Pueden coordinarse varios paneles simultáneamente. Sigue el modelo de algunos jurados, con asesoría de peritos convocados. Las reuniones son normalmente a puerta cerrada, y se elabora un informe final con las conclusiones que se difunden públicamente. Sin ser necesario, las reuniones normalmente duran varios días. Se ha utilizado en EE.UU., Alemania y Reino Unido, entre otros países.

*Comité asesor de ciudadanos.* Los participantes son un pequeño grupo de ciudadanos seleccionados por la institución organizadora

para representar las opiniones de varios grupos o comunidades (puede no incluir miembros del público real). El patrocinador constituye un grupo de trabajo centrado en un ámbito de políticas públicas aunque eventualmente se discuten problemas concretos. Se produce una interacción con los representantes de la industria relacionada con el ámbito de discusión o el problema concreto que se aborde. Se ha usado con frecuencia en EE.UU., por ejemplo para debatir la limpieza de los depósitos de residuos, y también en otros lugares: Dinamarca, Países Bajos, España (Comité Asesor de Medio Ambiente - CAMA). Sus actividades tienen normalmente lugar durante un extenso período temporal.

*Audiencias parlamentarias.* Es un mecanismo frecuentemente utilizado en todos los países democráticos para cualquier ámbito de las políticas públicas. Una comisión parlamentaria convoca a expertos y representantes de grupos de interés para recabar información sobre un tema relacionado con la ciencia y la tecnología. El legislativo trata de obtener capacitación para formar un juicio independiente sobre diferentes aspectos de la regulación. Se promueve la participación en la medida en que el parlamento realiza una menor delegación de sus funciones y se reúne un amplio espectro de puntos de vista. Posee un carácter principalmente de recogida de información, aunque el procedimiento puede ser muy abierto y puede propiciar moderadamente la deliberación. En cualquier caso, la interacción entre los convocados no suele ser el caso. La duración de este procedimiento es muy variable, ya que no necesariamente está relacionado con problemas concretos sobre los que sea necesario regular de forma urgente.

*Litigio.* Muy frecuente en muchos países, aunque su uso y el alcance de sus resultados depende de numerosos factores. Como es bien sabido, es especialmente utilizado en Estados Unidos, donde puede llegar a ser de gran efectividad. Puede utilizarse, por ejemplo, en casos de daños por aplicaciones tecnológicas concretas, pero también en contra de las medidas adoptadas por la administración. El litigio tiene lugar en el ámbito judicial y requiere información pública y asesoramiento legal. Los participantes tienen, en principio, la misma capacidad de influencia. El resultado final es vinculante.

*Consumo diferencial.* Es un recurso recientemente utilizado en las economías de mercado con alto poder adquisitivo. Los ciudadanos incentivan o desincentivan líneas de innovación mediante el consu-

mo selectivo de productos y el efecto acumulativo del proceso. Se requiere información pública: reglamentación sobre etiquetado y otras fuentes de información vinculadas a medios de comunicación y organizaciones no gubernamentales. Se trata de un modo de manifestación de opiniones y actitudes, o incluso de protesta pública, que pretende cambiar la conducta de las empresas, aunque a veces también de la administración.

*Protesta pública.* En relación con la ciencia y la tecnología es un procedimiento que se utiliza en países democráticos, con libertad de prensa y con una sociedad civil articulada en organizaciones. Puede adoptar una gran variedad de formas, a través de pequeños grupos temporales o en vinculación a grupos de interés consolidados. Las acciones también son muy diversas, desde declaraciones públicas a huelgas, manifestaciones o acciones de boicot. El papel de los medios de comunicación es muy importante, así como la existencia de grupos políticos capaces de explotar electoralmente las muestras de descontento cuando se trata de influir sobre la administración. La protesta en muchos casos es una fase previa de los otros procedimientos aquí expuestos.

## **Participación pública, aprendizaje social y cultura científica**

El punto de vista tradicional sobre la relación entre cultura científica y participación pública considera que aquélla es un requisito de ésta. Además, los diferentes modos ensayados de participación pública han sido evaluados principalmente atendiendo a su carácter democrático e igualitario. En general, no se ha establecido una relación entre ambos conceptos. En este trabajo defendemos que los modos de participación pública pueden ser evaluados de acuerdo con su capacidad para que el proceso de participación genere aprendizaje social en relación con la ciencia y la tecnología y por lo tanto cultura científica en la ciudadanía.

La justificación de la participación en la toma de decisiones sobre temas relacionados con la ciencia y la tecnología es habitualmente normativa (i.e. en tanto se trata de asuntos públicos debe haber parti-

participación) o bien instrumental (i.e. para prevenir la percepción pública negativa y el conflicto social). Sin embargo, consideramos que la capacidad para generar aprendizaje social y cultura científica en el sentido anteriormente señalado constituye un argumento adicional a favor de la participación.

Algunas preguntas clave en esa evaluación del potencial formativo de la participación son: ¿hasta qué punto genera aprendizaje social y cultura científica un mecanismo o procedimiento de participación en su funcionamiento habitual?, ¿hasta qué punto lo presupone para funcionar correctamente? Y algunas preguntas subsidiarias relevantes son: ¿alcanza dicho aprendizaje a los ciudadanos o sólo a sus representantes?, ¿cuán amplio es el segmento social involucrado?, ¿incluye a expertos y empresarios?, ¿se genera un debate público?, ¿son dichas competencias sostenibles en el tiempo o transferibles a otros dominios?

Sobre la base anterior, los criterios específicos relacionados, en cada caso, con el aprendizaje social y la cultura científica serían los siguientes:

1. Magnitud del impacto en términos de incremento de competencia de los individuos participantes.
2. Amplitud del público cubierto.
3. Diversidad de públicos a los que alcanza.
4. Proyectabilidad en términos de sostenibilidad temporal y transferencia temática.
5. Cultura científica presupuesta para que el mecanismo o procedimiento funcione apropiadamente <sup>7</sup>.

En la siguiente evaluación se trata por tanto de estimar los impactos previsibles en cultura científica sobre la base de las experiencias conocidas y la naturaleza de los mecanismos o procedimientos.

*Referéndum.* Se trata del procedimiento democrático por excelencia en la toma de decisiones, ya que ofrece a todos los ciudadanos la posibilidad de participar en los asuntos públicos. De todos los procedimientos que consideramos en este trabajo es el que ofrece mayor

---

<sup>7</sup> Este último criterio es particularmente interesante pues, asumido el apropiado funcionamiento de un mecanismo, permitiría quizá su utilización como indicador indirecto de cultura científica y, por tanto, la triangulación de resultados con otros indicadores más clásicos.



amplitud y diversidad. Como tal, el referéndum ni presupone cultura científica ni la genera. Sin embargo, es necesario introducir alguna matización en esta primera valoración. Lo normal es que se lleve a cabo un referéndum porque el tema en cuestión (e.g., regulación de alguna aplicación tecnológica) ha suscitado debate social. Este debate social previo al referéndum sí puede conducir a un incremento de la cultura científica. Del mismo modo, la convocatoria del referéndum conducirá a un encauzamiento del debate, exposición de las diferentes posturas y a su defensa. Todos estos procesos pueden conllevar un aumento en la cultura científica. En cualquier caso, debe reconocerse que la proyección es más bien baja.

*Audiencia pública.* Aquí participan normalmente ciudadanos interesados y representantes de diversos grupos sociales afectados (industria, universidad, sindicatos, etc.), por lo que se requiere cierto nivel de cultura científica. Los auténticos participantes son los expertos, quienes tienen en cuenta los puntos de vista expuestos por los ciudadanos, por lo que posee un moderado potencial de que en el proceso se genere cultura científica. La amplitud del público al que alcanza es también baja, aunque la diversidad puede ser moderada. A su vez, la proyección es también moderada.

*Encuesta de opinión.* En su formato habitual, ni presupone ni genera cultura científica y, a diferencia del referéndum, lo normal es que tampoco se genere en el proceso. Aunque puede estar relacionada con debates sociales, la encuesta no encauza ni estimula la exposición y argumentación de las diferentes posturas. La amplitud es baja, aunque la diversidad debe ser la correspondiente a la población que se está analizando.

*Gestión negociada.* Este procedimiento requiere que los representantes de los grupos de interés posean cierto grado de cultura científica. Además, la interacción que se produce en el proceso genera también cultura científica. La amplitud de la población representada y la diversidad de ésta son habitualmente bajas, aunque la proyección en el tiempo puede estar entre moderada y alta.

*Conferencias de consenso.* No requieren de cultura científica previa, pero poseen un alto potencial de generarla en el proceso y posteriormente, dado que se espera de ellas que actúen como disparador de un debate público más amplio, por lo que su proyección es elevada. Tanto la amplitud como la diversidad de la población son moderadas.

*Panel de ciudadanos.* Este procedimiento de participación pública posee para el caso las mismas características que las conferencias de consenso, con la salvedad de la mayor opacidad pública del panel.

*Comité asesor de ciudadanos.* Se trata de un procedimiento semejante a los dos anteriores, aunque en relación con los resultados que estamos considerando ofrece resultados muy variables. Esta variabilidad se debe a los temas analizados, generalmente problemas muy concretos, y a los grupos representados. Hay que mencionar, no obstante, que los paneles se utilizan más frecuentemente con propósitos de recogida de información que con propósitos deliberativos.

*Audiencia parlamentaria.* Se trata de un procedimiento clásico de los estados democráticos. La interacción se produce entre, por un lado, los parlamentarios y, por otro, los expertos y los representantes de grupos de interés. La interacción entre los diferentes grupos (especialmente sus representantes) y los expertos es muy limitada, si es que llega a producirse. Es un procedimiento que presupone cultura científica, pero su potencial para generarla en el proceso es limitado. Con todo, vale lo afirmado en relación con el referéndum. Lo normal es que la audiencia parlamentaria se produzca cuando un tema se ha convertido en objeto de debate social, y en ciertos casos estos procesos de debate ayudan a la generación de cultura científica. La amplitud y la diversidad de la población son moderadas, y la proyección en el tiempo es variable.

*Litigio.* No presupone cultura científica, pero dependiendo de la repercusión pública del caso es posible que pueda generar cultura científica, aunque no es el resultado normal. Al tratarse generalmente de episodios puntuales, y su proyección es baja.

*Consumo diferencial.* No presupone cultura científica. Puede ser una respuesta ciudadana consecuencia de debates sociales, en los que sí se puede generar cultura científica. La amplitud de la población es variable y su diversidad alta. Su proyección en el tiempo es también variable, y está sobre todo ligada al debate social subyacente.

*Protesta pública.* Las características concretas de una protesta pública concreta dependen del tipo de debate subyacente y de la repercusión social de la protesta. No presupone cultura científica, aunque en algunos casos puede generarse en el proceso, especialmente cuando alcanza notoriedad pública. El resto de sus características (ampli-

tud, diversidad y proyección) son muy variables, como variables son las modalidades de la protesta.

## Discusión de resultados

Este análisis preliminar se ha llevado a cabo considerando las experiencias realizadas y la naturaleza de los mecanismos y procedimientos que se utilizan en cada uno de los procedimientos. La falta de análisis empíricos de estos procedimientos en relación con su potencial para generar cultura científica sugiere que estos resultados poseen un alcance limitado y que sería necesario proseguir esta línea de trabajo. A continuación proponemos algunos temas que podrían ser abordados.

- La aplicación del modelo evaluativo implica la realización de hipótesis empíricas que deben ser validadas mediante el adicional estudio de casos. Ese estudio, presumiblemente, podría conducir también a un reajuste del propio modelo evaluativo.
- Es necesario un trabajo adicional del propio concepto de «cultura científica», distinguiendo las dimensiones necesarias para su operatividad y utilidad en las políticas públicas de ciencia y tecnología. Destaca la importancia de reflejar una visión activa del proceso de enculturación y de los mecanismos que la propician. También debería analizarse el modo en que el conocimiento experto es asimilado e interactúa con el conocimiento popular, así como los patrones de su proyección temporal y transferencia temática.
- Una línea interesante de trabajo adicional es vincular este estudio con el ámbito de la enseñanza reglada, y en particular analizar las experiencias y propuestas de formación participativa en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. El cruce de información al respecto, entre esas iniciativas en políticas públicas y las nuevas técnicas didácticas en el aula, puede proporcionar justificación y sugerir líneas de acción prometedoras.
- La capacidad de los diferentes procedimientos de participación ciudadana para generar cultura científica puede depender también de culturas políticas particulares (formas de interacción política, organización de la sociedad civil, procedimientos de

participación, etc). Es necesario analizar esta dependencia para ofrecer valoración de los diferentes procedimientos acordes con culturas políticas concretas.

- Sería interesante realizar estudios piloto de cultura científica (mediciones) a través de casos concretos en situaciones sociales problemáticas. La controversia pública hace emerger normalmente los argumentos con demanda de información y oferta informativa alternativa, generando habitualmente espacios informales de participación. Como es lógico, serían necesarias mediciones previas de control para poder comparar resultados.

## Referencias

- ATIENZA, Julián y LUJÁN, José Luis (1997): *La imagen social de las nuevas tecnologías biológicas en España*, Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas.
- FIORINO, Daniel J. (1990): «Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanisms», *Science, Technology, and Human Values*, 15/2: 226-243.
- FISCHER, F. (2000): *Citizens, Experts, and the Environment: The Politics of Local Knowledge*, Durham-Londres, Duke University Press.
- GONZÁLEZ, Marta I.; LÓPEZ CEREZO, José Antonio y LUJÁN, José Luis (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad: Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos.
- GUSTON, David (1999): «Evaluating the First U.S. Consensus Conference: The Impact of the Citizens' Panel on Telecommunications and the Future of Democracy», *Science, Technology and Human Values*, 24 (4): 451-482.
- IRWIN, Alan (1995): *Citizen Science*, Londres, Routledge.
- JOSS, S. y DURANT, John (eds.) (1995): *Public Participation in Science: The Role of Consensus Conferences in Europe*, Londres, Science Museum/European Commission Directorate General XII.
- LÓPEZ CEREZO, José Antonio y LUJÁN, José Luis (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza Editorial.
- LÓPEZ CEREZO, José Antonio; MÉNDEZ SANZ, José Antonio y TODT, Oliver (1998): «Participación pública en política tecnológica: problemas y perspectivas», *Arbor*, 1998, CLIX/627: 279-308.
- LUJÁN, José Luis (2002): «La información científica y el debate político contemporáneo», *Comunicar*, 19: 25-28.
- MCGINN, Robert E.: *Science, technology, and society*, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.
- MILLER, Jon D.; PARDO, Rafael y NIWA FUJIO (1998): *Percepciones del público ante la ciencia y la tecnología*, Bilbao, Fundación BBV.
- PETERSEN, J. C. (ed.) (1984): *Citizen Participation in Science Policy*, Amherst, University of Massachusetts Press.
- RENN, Ortwin; WEBLER, T. y WIEDEMANN, P. (eds.) (1995): *Fairness and Competence in Citizen Participation*, Dordrecht, Kluwer.

- RIP, Arie; MISA, T. y SCHOT, J. (eds.) (1995): *Managing Technology in Society*, Londres, Pinter.
- ROW, Gene y FREWER, Lynn (2000): «Public Participation Methods: A Framework for Evaluation», *Science, Technology and Human Values*, 25/1: 3-29.
- TODT, Oliver y LUJÁN, José Luis (1997): «Labelling of Novel Foods and Public Debate», *Science and Public Policy*, 24: 319-326.



# La democracia tecnológica

**Miguel A. Quintanilla**

«Al reconocerse que nuestros productos escapan ya a nuestro control, también ha entrado en crisis el sueño de la izquierda, según el cual la Historia puede hacerse conscientemente»

Oskar LAFONTAINE (1989)

Con estas palabras concluía Oskar Lafontaine (1989), hace más de una década, su brillante ensayo sobre la sociedad del futuro. Un futuro que ya es presente, por cierto. Una de las notas que más llaman la atención de aquel ensayo es el énfasis que el autor pone en la relación entre tecnología y política progresista, una herencia casi olvidada de la tradición ilustrada. Estas páginas tienen la pretensión de contribuir también a recuperar esa herencia, conectándola con otro de los temas recurrentes en el pensamiento progresista de finales del siglo XX: el de la extensión de la democracia.

Podemos considerar los posibles desarrollos de la democracia en torno a tres ejes. Uno de los ejes representa la *extensión de la democracia*, que puede ser tanto en sentido espacial como sectorial. Aquí hay un amplio margen para futuros desarrollos de la democracia: desde la generalización de los sistemas democráticos de gobierno a todos los estados del planeta, hasta la aparición de nuevas formas de organización democrática en diferentes niveles y sectores de la organización social: democracia en el gobierno mundial, democracia en la fábrica, en la escuela, en los partidos políticos o en las asociaciones de vecinos. Los otros dos ejes en los que se pueden producir desarrollos significativos de la democracia son el eje de la *legitimación* y el eje de la *eficiencia social* de los sistemas democráticos. Quizá podríamos asumir que hay una cuarta dimensión de la democracia, representada por el eje

de la justicia o la equidad, pero me parece que esta dimensión, aunque esencial —la medida en que el procedimiento democrático contribuye a o aumentar o a dificultar la justicia social— (véase Vargas-Machuca, 2002), se puede considerar como una función de la legitimación y la eficiencia social. Pues bien, mi propósito en estas páginas es argumentar en torno a la conveniencia de desarrollar la democracia en un ámbito específico que llamo la *democracia tecnológica*. Se trata de una propuesta de *extensión de la democracia* a un sector de la actividad social, lo que considero necesario, no sólo en virtud de sus propios merecimientos, por la importancia que la tecnología tiene para las sociedades actuales, sino también como una forma de responder a algunos problemas de legitimación y eficiencia social a los que se enfrentan los sistemas democráticos.

Todo el mundo está de acuerdo en atribuir una gran importancia a la tecnología como factor decisivo en la dinámica interna de las sociedades actuales. Eso explica la existencia también de un amplio consenso con respecto a la importancia creciente de las políticas tecnológicas en la agenda de los gobiernos y de las organizaciones multinacionales. Sin embargo, sobre esta base común se entrecruzan múltiples discursos y opciones políticas completamente diferentes. Para ordenar el panorama podríamos distinguir tres tipos de relaciones de la tecnología con la política: la tecnología como marco condicionante, como instrumento y como objetivo de la acción política.

## La sociedad tecnológica

El discurso sobre la tecnología como *marco condicionante* de la acción política está muy extendido en nuestros días. Una buena parte de la literatura (y las políticas gubernamentales, muy asociadas a esa literatura) sobre la sociedad de la información o del conocimiento parte del supuesto de que las tecnologías actuales, en especial las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) constituyen la base de un nuevo paradigma socioeconómico a partir de la cual se configura un sistema social con todo lo que ello implica en la esfera cultural, económica, y política. Las versiones más ingenuas de este discurso suelen asumir de forma bastante acrítica una posición vela-



damente determinista, cuya coherencia exigiría suscribir que la tecnología evoluciona por su cuenta, fuera de control humano y que impone a la humanidad sus dictámenes respecto de cómo organizar la convivencia, la economía, la política. En algunas ocasiones la reflexión sobre las nuevas tecnologías se extiende hasta sus repercusiones sobre la organización de los sistemas democráticos. A este género, que a veces parece próximo al de la ciencia ficción, pertenecen las especulaciones usuales sobre la democracia electrónica, el aumento de las posibilidades de participación en los asuntos públicos gracias a las TIC, el uso de Internet para mejorar la conexión entre los representantes políticos y sus ciudadanos, etc. Creo que algunas de estas especulaciones son importantes y contienen contribuciones valiosas para entender algunas características de las sociedades actuales. La noción de sociedad red que propone Castells (1997), por ejemplo, creo que permite captar de forma muy nítida algunas características esenciales del mundo actual. En mi opinión, sin embargo, muchas otras ideas sobre estos temas, a pesar del predicamento que a veces consiguen, son más ingenuas y llamativas que rigurosas y relevantes. Por decirlo de otra manera: no creo que los retos ni las soluciones más importantes para el desarrollo de la democracia tengan mucho que ver con el uso de tecnologías de la información para organizar votaciones, hacer continuas consultas a la población sobre cuestiones políticas o mejorar sustancialmente los problemas de legitimación y eficiencia que tienen los representantes políticos en su comunicación con los electores.

Una anécdota puede servir para transmitir y justificar mi escepticismo ante todas estas ilusiones de democracia informatizada. Hace unos años, el Senado español organizó una comisión de estudio sobre las tecnologías de la información y, por primera vez en el parlamentarismo español, se diseñó una página web en la que cualquier ciudadano podía acceder a toda la información recogida por la comisión, con los textos íntegros de las comparecencias de los expertos y de las intervenciones de los senadores. Además la web disponía de varios espacios (foros) para que los ciudadanos pudieran participar en el debate. La idea me pareció interesante y, después de haber comparecido como experto en la comisión, tuve una gran curiosidad en saber si había mensajes del público en torno a los temas que allí habíamos tratado. Entré en el foro de cuestiones generales y me llevé una buena sor-

presa: las primeras intervenciones eran críticas bastante desabridas a los políticos por meter las narices en un asunto como Internet, hasta entonces patrimonio de internautas, al parecer más apocalípticos que integrados. Por supuesto, esto último no es más que una anécdota, que no hace justicia a la meritoria y pionera labor de esa comisión del Senado, pero creo que puede ser significativa. Lo que representa es la enorme distancia que existe entre los discursos teóricos sobre la sociedad de la información y sus repercusiones para la política democrática, y la efectiva realidad de ésta en las sociedades actuales.

Para resumir, no creo que la influencia de las TIC en la extensión o en la mejora de la democracia tenga que ser mayor o diferente que la del transporte por ferrocarril en los sistemas parlamentarios del siglo XIX. Desde luego, me imagino que a los representantes de provincias les facilitó mucho la vida el hecho de poder viajar desde sus circunscripciones a Madrid. Pero dudo de que esto alterara profundamente la cantidad y la calidad de la democracia, al menos en comparación con otros fenómenos sociales no tan directamente relacionados con las innovaciones tecnológicas de la época. Y supongo que algo parecido ocurrirá con las tecnologías actuales: en sí mismas son un buen instrumento de comunicación, y en esa medida pueden ser sumamente útiles a los electores y a los representantes políticos, lo mismo que lo son para los comerciantes y los taxistas. Pero cuando hablamos de democracia tecnológica no debe entenderse esto como democracia con móvil o con Internet.

Más interesante a este respecto son las otras dos relaciones que hemos señalado entre la tecnología y la política: la tecnología como instrumento y como objetivo de la acción política. Empecemos por la primera.

## **Democracia tecnológica mínima**

Una primera forma de ver esta relación proviene de la consideración de la tecnología como protagonista del reino de los medios, frente a la moral y la ética política que se sitúan predominantemente en el reino de los fines. Por una parte, los medios tecnológicos permiten alcanzar

e incluso concebir fines para la acción política que de otra forma serían impensables. Las políticas sanitarias de vacunación obligatoria no fueron posibles sino después de que se inventaran las vacunas. En este aspecto ya se plantea un interesante problema desde el punto de vista del desarrollo de la democracia. Desde sus orígenes la democracia se ha considerado, moralmente, como el mejor sistema (para los liberales pesimistas, el menos malo) de gestión o gobierno de la sociedad. Este juicio moral se basa en una intuición muy valiosa: si asumimos que todos los individuos humanos tienen la misma dignidad y los mismos derechos básicos, cualquiera que sea la justificación que demos a la existencia del Estado o de cualquier otra forma de poder político, será siempre preferible un sistema de organización social en el que todos los individuos tengan iguales oportunidades de participar en el uso y control de ese poder para gestionar la sociedad. Pues bien, en la medida en que la tecnología aumenta las capacidades de actuación de una sociedad sobre su entorno, hay un sentido obvio de la extensión de la democracia, que consiste en garantizar el *derecho de todos los ciudadanos a participar en las decisiones sobre el uso de las posibilidades tecnológicas en asuntos de interés público*. La tecnología como instrumento para las políticas en un sistema democrático exige arbitrar los medios para que el público pueda 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 acerca de estos temas. Una variante de esta facultad es el *derecho de todos los ciudadanos de acceder al conocimiento técnico y de contar con el juicio de los expertos* como elemento fundamental para conformar la opinión pública y participar en las decisiones políticas sobre asuntos técnicamente complejos.

Este es, digámoslo así, el *contenido mínimo de la democracia tecnológica*. Su justificación es de sentido común. Una democracia en la que los ciudadanos tuvieran vetado el acceso al conocimiento tecnológico y al asesoramiento objetivo y honrado de los expertos, sería una democracia secuestrada por la oligarquía de los técnicos. No obstante, para ser coherentes, este contenido mínimo de los derechos de participación en la democracia tecnológica debería tener también una contrapartida en las obligaciones de los ciudadanos: *no convertir en problemas políticos aquellos asuntos para los que existen soluciones técnicas solventes y contrastadas*.

Hay algunas objeciones en contra de esta propuesta, que considero mínima, de democracia tecnológica. En primer lugar están las objeciones que se basan en la imposibilidad de que todos los ciudadanos accedan a la totalidad del conocimiento tecnológico relevante para cada una de las decisiones que se toman a través de procedimientos democráticos. Esta imposibilidad puede ser de dos tipos: pragmática o intrínseca. Por imposibilidad pragmática me refiero a aquella que se debe a razones de conveniencia política. Por ejemplo, puede que no resulte conveniente políticamente que todos los ciudadanos tengan acceso a cierta información técnica referida a la ubicación de depósitos de combustible nuclear susceptible de uso militar. Este tipo de imposibilidad o inconveniencia pragmática del acceso del público a todo el conocimiento tecnológico se puede argumentar con los mismos criterios con los que se argumenta a favor de la existencia de secretos de Estado o de información políticamente relevante pero no accesible a todos los ciudadanos. En las democracias representativas existen mecanismos contrastados para gestionar estos secretos de Estado y la limitación del acceso al conocimiento tecnológico basada en este tipo de argumentos no requiere justificaciones nuevas. Así que dejemos este asunto al margen de nuestra discusión.

Más importante para nosotros es la cuestión de si existen *limitaciones intrínsecas* para el acceso de todos los ciudadanos al conocimiento tecnológico que se necesita para determinadas decisiones políticas en un sistema democrático. La base de este argumento es el carácter especializado y difícilmente comprensible del conocimiento tecnológico avanzado y el consiguiente riesgo de deformación de la información que se transmite al público con las consecuencias que eso puede tener a la hora de tomar decisiones basadas en una información incorrectamente procesada o comprendida. Se trata de una objeción seria e importante, que está en la base de muchas prácticas comunes en la política tecnológica de los países industrializados, en especial en las políticas relacionadas con tecnologías «sensibles» como la energía nuclear. Estas políticas se han apoyado en el secretismo y en la desconfianza respecto a la capacidad del público para comprender todas las implicaciones de los problemas que había que afrontar. El resultado ha sido desastroso: la desconfianza del público se ha generalizado y ha hecho prácticamente imposible seguir adelante con determinados proyectos tecnológicos, a veces con conse-

cuencias desastrosas para la propia seguridad de los ciudadanos atemorizados, como ocurre, por ejemplo, con la gestión de residuos nucleares en todos los países que tienen plantas de producción de este tipo de energía. Sin embargo, en las tradiciones democráticas existen otros precedentes aplicables a este tipo de problemas. Para la mayoría de los ciudadanos (y para muchos de sus representantes políticos) los tecnicismos jurídicos o económicos de algunos debates parlamentarios son tan incomprensibles como las ecuaciones de Maxwell, pero eso no les impide participar y seguir esos debates, directamente o a través de sus representantes y con la ayuda de las organizaciones (partidos políticos) intermediarias. No debería ser difícil generalizar esta experiencia de intermediación a cualquier otro ámbito del conocimiento técnico especializado, más allá de los límites de la tecnología jurídica o de la cháchara económica.

Una última objeción se refiere a la dificultad que a veces existe de trazar el límite entre conocimiento técnico y opinión política. La existencia y extensión de las controversias públicas acerca de cuestiones aparentemente tecnológicas demuestra que tal delimitación no siempre es posible. En el caso extremo podría derivarse de aquí una deslegitimación del conocimiento tecnológico en general: en realidad todo vale y lo importante no es el conocimiento técnico sino el poder para imponer una opinión. No podemos entrar aquí en todos los interesantes problemas epistemológicos y sociales que plantea esta nueva moda irracionalista que ha proliferado en algunos ambientes académicos. Pero para nuestros propósitos basta con advertir que el hecho de que existan controversias tecnológicas no nos autoriza a identificarlas con controversias políticas. Las primeras se refieren a la forma más eficiente de obtener un resultado que se considera valioso; las segundas se centran en la elección del tipo de resultados que vamos a asumir como valiosos o en la cantidad de valor que vamos a atribuir a los resultados que se nos ofrecen como posibles.

En muchas ocasiones durante el debate se mezclan los dos tipos de cuestiones, pero el criterio para saber si la cancelación del debate, cuando se produce, ha sido de carácter predominantemente técnico o político es sencillo: en el primer caso los problemas se resuelven «calculando», en el segundo «negociando». De cualquier forma, en la mayoría de las ocasiones el conocimiento tecnológico disponible, no sometido a controversia, sino aceptable por todo el mundo, es

suficiente para resolver muchos problemas que deberían quedar así sustraídos al debate político. Esto sucede hoy en día en todas las esferas de la actuación política, aunque en muchas de ellas no interese reconocerlo. Por eso, el contenido mínimo de la democracia tecnológica que proponemos incluye también un principio de sabor tecnocrático: *si existe una solución técnica adecuada para un problema, no lo complique usted transformándolo en un problema político.*

Para que la democracia tecnológica, con este contenido mínimo, sea posible y funcione adecuadamente, es preciso introducir cambios importantes tanto en el entramado institucional de la democracia, como en la cultura cívica de los ciudadanos y en las prácticas y hábitos de la participación política. Pero esto es sólo —recordemos— el contenido mínimo de la democracia tecnológica.

## Democracia tecnológica plena

Decíamos que hay un tercer tipo de relaciones de la tecnología y la política en las que aquella aparece no como entorno ni como instrumento, sino como objetivo de la acción política. Pues bien es en este ámbito donde hay que situar, en mi opinión, el contenido máximo o completo de la democracia tecnológica. Lo diré nuevamente con palabras del mismo ensayo de Lafontaine (1989): «Dado que el progreso técnico no entra en razón por sí solo, somos nosotros quienes hemos de obligarle a que lo haga. Para restablecer un consenso racionalista del progreso en la sociedad, es preciso consensuar la Técnica» (p. 193).

Podríamos definir sucintamente el contenido máximo de la democracia tecnológica con estas mismas palabras: *«es preciso consensuar la técnica»*. Lo que implica, de forma más explícita, reivindicar la democracia tecnológica plena, entendida como *el derecho de todos los ciudadanos a participar en las decisiones acerca del desarrollo y control de la tecnología*. Se trata de poder participar no sólo en las decisiones acerca de qué debemos hacer a partir de las posibilidades que nos ofrece la tecnología disponible, sino también en las decisiones acerca de *qué queremos poder hacer* en el futuro gracias a las tecnologías que hoy nos proponemos desarrollar.

Hay básicamente dos formas de entender la intervención política en la dirección y el control del desarrollo tecnológico. La primera es una forma que llamaremos subsidiaria. Se supone que el desarrollo tecnológico se produce impulsado (o atraído) por fuerzas sociales, culturales y fundamentalmente económicas, que son las responsables del flujo continuo de innovaciones técnicas, es decir de nuevos productos y procesos que entran en el circuito de la producción y distribución de bienes y que tienen su origen en conocimientos científicos e invenciones tecnológicas. El poder político tiene la posibilidad de contribuir a alentar, apoyar e incentivar esos procesos de desarrollo tecnológico y a facilitar la obtención de ventajas económicas y sociales a partir de ellos. En la actualidad todos los gobiernos tienen líneas de actuación política en este terreno y es ampliamente compartida la doctrina que rige en la regulación política de tales procesos de desarrollo tecnológico. Más allá de pruritos ideológicos acerca de los límites de la política y del mercado, todo el mundo acepta la necesidad de que el poder público intervenga en este ámbito que se considera demasiado importante y arriesgado como para dejarlo en manos de la estricta economía de mercado.

Pero no es aquí donde se plantea actualmente el debate sobre la política tecnológica. Como se ha visto en repetidas ocasiones, junto a las políticas de promoción e incentivos a la innovación tecnológica que denominamos subsidiarias, se han desarrollado también políticas sustantivas de orientación, evaluación y control público del propio proceso de desarrollo tecnológico. También en esto hay un amplio consenso: los estados no sólo promocionan la ciencia y la tecnología, sino que procuran establecer prioridades y orientar el desarrollo tecnológico en determinadas direcciones en vez de en otras. La alternativa aquí no está entre intervención estatal y liberalismo puro, sino entre criterios de intervención democráticos y no democráticos. Veamos cuál es la diferencia.

En la actualidad, una cantidad creciente de las decisiones que condicionan el desarrollo de la tecnología se toman en los consejos de administración de las grandes empresas multinacionales en función de una combinación de criterios en la que el peso fundamental lo aportan los criterios de rentabilidad económica de carácter más o menos coyuntural o estratégico y el secundario, aunque relevante, los criterios de eficiencia y novedad tecnológica. Esta combinación de

critérios suele conducir de hecho a un tipo de desarrollo tecnológico que no tiene por qué coincidir con los intereses y modelos de desarrollo que los ciudadanos preferirían si tuvieran la oportunidad de intervenir en su definición. El problema es que éstos, los ciudadanos, a duras penas podrán percibir su verdadera situación: en relación con la tecnología, pierden su condición de ciudadanos y se ven reducidos a simples consumidores o usuarios. Y además se ven compelidos a pensar que eso es así por la propia naturaleza de las cosas, y no por la falta de cauces para la participación en las decisiones estratégicas que determinan las formas y direcciones del desarrollo tecnológico.

Pues bien, en este escenario la intervención política, si no tiene un fuerte componente de participación democrática, se limitará a priorizar aquellas áreas o líneas de desarrollo que son más rentables desde el punto de vista económico o más necesarias desde el punto de vista instrumental (por ejemplo, en función de las políticas de defensa). En este punto surge la pregunta de si es realmente razonable pretender que la dirección del desarrollo tecnológico se decida democráticamente, más allá del valor democrático que pueda tener la lógica propia del mercado.

Podríamos extendernos largamente en la discusión de este tipo de cuestiones. Pero creo que bastará con un único argumento que no es muy usual en este contexto, aunque a mí me parece definitivo. Lo mismo que en general se suele argumentar a favor de la intervención pública en aquellos aspectos de la actividad económica en los que el mercado por sí solo conduciría a ineficiencias insuperables, creo que también se puede argumentar a favor de la participación democrática en el control y orientación de aquellos procesos que, si se dejan a su propia lógica interna o se controlan políticamente al margen de los procedimientos democráticos, conducen necesariamente a una reducción significativa de la capacidad de los ciudadanos para hacerse responsables de su propio destino, lo que implica una pérdida irreparable de libertad y autonomía.

Pues bien, creo que hay una lógica interna en el desarrollo tecnológico que lleva a esa pérdida irreparable de libertad y autonomía, aunque bien es cierto que compensada con una mayor facilidad de acceso a los bienes y servicios generados gracias a la tecnología. La razón de este fenómeno es sencilla: la facilidad de acceso al uso y consumo de bienes tecnológicos es tanto mayor cuanto más transparente es



al usuario la propia tecnología que utiliza. Con otras palabras: el éxito tecnológico es una función directa de la alienación del consumidor. Para que una tecnología penetre en el mercado debe ser fácil de usar, de reparar, de mantener y hasta de desechar. Todo ello se consigue a costa de la facilidad para penetrar en su interior.

Los microchips son máquinas maravillosas en sí mismas que desempeñan multitud de funciones inteligentes y pueden integrarse en casi cualquier dispositivo técnico mejorando su rendimiento. A cambio su estructura interna permanece opaca al resto del sistema, al usuario e incluso al diseñador. Se puede sustituir un microchip, pero no se puede reparar; mucha gente lo puede utilizar pero nadie por sí solo lo puede construir; es posible que todo el mundo entienda lo que hace pero que nadie sepa realmente de forma completa cómo lo hace (cada uno de los ingenieros que ha participado en su diseño sólo conoce una parte del mismo y quienes han ensamblado el conjunto sólo necesitan conocer los flujos de entrada y salida de cada subsistema, no su estructura interna).

Naturalmente la participación democrática en el diseño y el control del desarrollo tecnológico no debería hacerse a costa de la eficiencia y la capacidad difusiva de las tecnologías. Pero en muchas ocasiones una presencia más directa del consumidor en las fases de diseño, orientación y control de la tecnología, ejerciendo las funciones de ciudadano responsable y dueño de su destino, podría alterar profundamente su relación con la tecnología.

También podría suceder que los esfuerzos de las empresas por responder a este nuevo «vigilante tecnológico» dieran lugar a innovaciones tecnológicas no sólo más eficientes y novedosas sino incluso también más rentables. En la actualidad el catalizador de gases de la combustión es obligatorio en todos los automóviles, y ha contribuido muy positivamente a asimilar la cultura del automóvil en la cultura de la preocupación por el medio ambiente. En su origen fue una reivindicación ecologista que se abrió paso hacia una de las ramas industriales más poderosas del siglo XX a través de las instituciones democráticas. ¿Por qué no desear que suceda lo mismo en la regulación de la biotecnología, la terapia génica, la investigación médica en células madre, etc.? Creo que es legítimo, en este contexto, preguntarnos qué habría sucedido si el rápido y abigarrado despliegue de antenas de telefonía celular que se ha producido en España hubiera sido con-

sensuado a través de cauces democráticos más participativos. Por el momento sabemos las consecuencias de no haberlo hecho así: los ciudadanos desconfían irracionalmente de las antenas, las empresas han cometido errores no sólo de «relaciones públicas» sino también de diseño técnico (y estético), y el coste final de toda la operación se ha encarecido con miles de millones dedicados a revisar la emisión de radiación para tranquilizar al público, aunque todos los expertos saben de antemano que las antenas instaladas cumplen las especificaciones técnicas y legales y que, dentro de esos límites, son inocuas.

*La democracia tecnológica plena consiste en el derecho de todos los ciudadanos a acceder a todo el conocimiento tecnológico relevante para la toma de decisiones en asuntos de interés público y a participar en el diseño, evaluación y control del desarrollo tecnológico.* En las sociedades actuales esta última frontera en el largo camino de la extensión de la democracia no es una posibilidad abierta, es una necesidad ineludible.

## Qué se puede hacer

La extensión de la democracia requiere cambios tanto institucionales como culturales. En el plano institucional la democracia representativa todavía tiene un amplio margen de adaptación y maniobra para dar cabida a las nuevas necesidades y sobre todo para ensayar nuevas experiencias. En el plano cultural los medios de comunicación jugarán sin duda un papel decisivo en la extensión de la cultura tecnológica a todos los ciudadanos. Pero lo que ahora pretendo es apuntar algunas ideas acerca de los contenidos de cultura tecnológica que podrían ayudarnos en la tarea de extender la democracia al control y el dominio de la tecnología.

El nacimiento y desarrollo de los sistemas democráticos liberales fue acompañado de grandes cambios culturales. Para que los que habían sido siervos pudieran sentirse ciudadanos tuvieron que poder entender que su condición de siervo no se debía a la naturaleza de las cosas, sino a las relaciones de dominación impuestas por individuos cuya fuerza real tenía, en última instancia, el mismo origen (la voluntad humana) que la capacidad de resistencia frente a su im-

posición. La historia de la democracia, como la del movimiento obrero, la de las sufragistas o la de los movimientos de liberación anticoloniales en el siglo XX, son historias de cambios culturales: son la historia de la generalización de la enseñanza, de la capacitación técnica de los trabajadores, del acceso de la mujer a los estudios, de la formación de las élites dirigentes de las colonias en las universidades de las metrópolis. La extensión de la democracia siempre ha ido acompañada por una extensión y transformación de la cultura. La democracia tecnológica también requiere profundos cambios culturales. La cuestión es saber si podemos vislumbrar de antemano la dirección en que deben producirse esos cambios. He aquí algunas ideas tentativas sobre posibles contenidos de la cultura tecnológica que necesitaríamos construir.

## **El uso y la apropiación de las tecnologías**

Las ideas predominantes en las sociedades actuales acerca de la propiedad y el uso de la tecnología siguen ancladas, en lo fundamental, en las mismas ideas con las que el derecho romano resolvía los conflictos entre propietarios agrícolas: la propiedad de un bien material garantiza el derecho de uso y abuso del mismo sin más limitaciones que las derivadas de las propiedades de los vecinos. El derecho de patentes y de propiedad intelectual ha introducido una buena dosis de «desmaterialización» en ese concepto tradicional, pero básicamente responde a los mismos principios. En cambio, el uso y la propiedad de la tecnología actual no encajan bien en ese patrón. El fenómeno «Napster» y sus secuelas es revelador de la nueva situación: la copia para uso privado de una producción intelectual o artística, sin fin alguno de lucro, se puede transformar en una inmensa red de distribución que priva de todo valor económico al derecho de propiedad intelectual. La respuesta espontánea ante esta situación es intentar «poner puertas al campo», lo cual resulta del todo inútil: por cada sistema técnico de protección contra copias que aparece, surge un antídoto para desactivarlo. Las únicas opciones realmente viables implican respuestas institucionales y jurídicas para las que se necesita abrir un proceso de negociación y de debate político.

Es evidente que la investigación para el desarrollo de vacunas y medicamentos contra el sida requiere que las compañías farmacéuticas puedan tener expectativas razonables de obtener beneficios económicos. Sin embargo, no es posible mantener todas las restricciones a la difusión de una tecnología que permite el derecho de patente, si eso hace que el sistema en su conjunto pierda rápidamente su legitimidad, como puede suceder si la comunidad internacional condena a la muerte a millones de habitantes de países pobres por no autorizar la fabricación y distribución a bajo precio de los medicamentos adecuados.

No es fácil vislumbrar nuevos principios capaces de regular el uso y la apropiación de las tecnologías que hagan compatible el acceso de los ciudadanos a las nuevas posibilidades tecnológicas y la existencia de incentivos para la investigación y la innovación. Pero en la propia cultura tecnológica de nuestro tiempo existen experiencias que apuntan en una dirección prometedora: el movimiento del software libre, la regulación de sistemas de protección jurídica frente a la apropiación privada de productos tecnológicos que son resultado de un trabajo colectivo, la existencia de obras de creación colectiva sin derechos de autor reconocidos, etc.

Lo que se vislumbra en el horizonte es una nueva forma de percibir la propiedad de la tecnología, como una condición que te permita usarla y disfrutar de ella, e incluso, en su caso, reclamar un reconocimiento social por haber contribuido a su desarrollo, pero sin que ello implique que puedas impedir que otros la usen y disfruten o la modifiquen y mejoren. Peka Himanen (2001) ha acuñado una feliz expresión para recoger muchos de estos elementos de la nueva cultura tecnológica: «La ética del Hacker». Todavía no sabemos cómo será un mundo así, pero no cabe duda de que en él la democracia tecnológica plena será más viable.

## **Tecnologías entrañables**

Ya hemos aludido a la paradoja que supone el hecho de que, en general, cuanto más fácil de usar es una tecnología, más incomprensible resulta para el usuario: las tecnologías transparentes exigen ciuda-

danos ciegos. Hay que reconocer en este punto una notable peculiaridad de la cultura tecnológica predominante en la actualidad. En otras épocas podía suceder que un inventor o un gobierno quisieran mantener en secreto su tecnología para impedir que se difundiera y evitar así perder la ventaja que su posesión le daba, en el plano militar, económico, político, etc. En la actualidad, sin embargo, las tecnologías se hacen opacas al usuario para facilitar su uso y su difusión. Este es, en efecto, el significado de conceptos como el de «interfaz transparente al usuario» o «tecnología amigable».

El usuario, el consumidor, debe ser capaz de usar y disfrutar una tecnología sin necesidad de entenderla; una innovación con vocación de difusión universal debe aspirar a ser compatible con todas las culturas y, para ello, lo mejor es que no requiera que el usuario incorpore nuevos conocimientos, que las prácticas de uso sean extremadamente simples y que los valores incorporados sean fácilmente asimilables. En definitiva, que la tecnología no resulte extraña. La forma más rápida y fácil de conseguir esto es «dorar la píldora»: esconder el contenido de la tecnología y mostrarle al usuario solamente una superficie dorada, una interfaz amigable, una tecnología tan fácil de usar como imposible de desentrañar.

Durante años se ha considerado que precisamente esta tendencia hacia las tecnologías amigables constituía un gran avance en la humanización de la tecnología. Pero hay razones para pensar que se trataba de un error. Seguramente inspirado por la doble convicción profunda de que en sí mismas las tecnologías son inhumanas (y por eso requieren ser «humanizadas» en la interfaz de usuario) y de que por principio los consumidores son estúpidos (y por eso hay que tratarles como tales, negándoles el acceso a las entrañas de las tecnologías que utilizan).

Pero los errores se pagan. Los sistemas amigables de interfaz entre el usuario y los ordenadores han terminado cargando sobre estas máquinas la responsabilidad de todos los errores humanos que se cometen con ellas. El resultado es la deslegitimación social de un sistema que se considera ajeno a los intereses humanos y dominado por la lógica interna de una tecnología inasequible. Si renunciamos a hacernos responsables de nuestras máquinas, no podemos después quejarnos de su ineficiencia. A fuerza de hacer máquinas inteligentes y

opacas, terminaremos haciendo realidad la sospecha de que el usuario es estúpido.

No sé cómo se resolverán estas paradojas de nuestra cultura tecnológica. Pero me gustaría proponer la sugerencia de construir tecnologías que no sólo sean fáciles de usar sino sobre todo atractivas para integrar en la vida personal o social. Esto es lo que quiero sugerir con la idea de tecnologías entrañables: asimilables, amables, integrables en la propia vida, que se pueda disfrutar de ellas no sólo usándolas a ciegas, sino apropiándose de su lógica interna, comprendiéndolas.

¿Por qué se considera entrañable un paisaje de molinos de viento o la silueta de un viejo molinete metálico al lado de un pozo, pero no un parque eólico de aerogeneradores de energía eléctrica? ¿Por qué el teléfono móvil se ha convertido rápidamente en un complemento personal, como la corbata o el bolso, pero seguimos viendo la infraestructura física de la telefonía celular como algo completamente ajeno a nuestros intereses? <sup>1</sup>

La democracia tecnológica requiere no sólo que la gente normal pueda tener acceso a conocimientos e informes técnicos comprensibles, sino que la propia tecnología pueda integrarse plenamente (con todo su contenido) como un elemento normal de la cultura de la gente.

## Referencias

- BRONCANO, F. (2000): *Mundos artificiales*, México, Barcelona, Paidós.
- CASTELLS, M. (1997): *La era de la información. Economía, sociedad y cultura*, vol. 1: *La sociedad red*, Madrid, Alianza Editorial.
- HIMANEN, P. (2002): *La ética del hacker*, Barcelona, Destino.
- LAFONTAINE, O. (1989): *La sociedad del futuro*, Madrid, Sistema.
- VARGAS-MACHUCA, R. (2002): «El liberalismo republicano, los modelos de democracia y la causa del reformismo», en J. Rubio Carracedo, J. M. Rosales y M. Toscano Méndez, M. (comps.), *Retos pendientes en ética y política*, Madrid, Trotta.

---

<sup>1</sup> Una sugerencia para la reflexión desde el constructivismo social: el éxito social de las bicicletas podría estar relacionado con el hecho de que se trata del más entrañable de los dispositivos mecánicos de transporte. En la actualidad, si quieres disponer de un buen automóvil tienes que renunciar a jugar a la mecánica con él. Con una motocicleta aumentan un poco las posibilidades de contribuir activa y creativamente a su cuidado. Pero las bicicletas son otra cosa: hasta hace unos años, al menos, todo en ellas era diáfano y claro, no escondían secretos tecnológicos y más bien requerían la activa participación continua del usuario para mantener sus prestaciones. En Broncano (2000) hay interesantes reflexiones y originales ideas para una teoría de la humanidad de la técnica, es decir de las tecnologías entrañables.

# **El reto de la Administración: la ciencia y los ciudadanos**

*Almudena del Rosal Alonso*

## **¿Por qué la Comunidad de Madrid a través de la Dirección General de Investigación decide poner en marcha un programa de cultura científica y participación ciudadana?**

Las administraciones tienen un objetivo prioritario que es prestar un servicio público y actuar siempre en beneficio de los ciudadanos. Partiendo de esta premisa, las instituciones que forman parte de esa gran administración tiene unos objetivos determinados para los que debe emplear un presupuesto, unos recursos humanos e idear los planes que mejor se dirijan a la consecución de las metas marcadas.

En este contexto, la Dirección General de Investigación de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid tiene unas competencias definidas en materia de cultura científica y participación ciudadana, avaladas jurídicamente, entre otras normas, en la Ley 5/1998, de 7 de mayo, de Fomento de la Investigación Científica y la Innovación Tecnológica y en un Plan de Investigación e Innovación tecnológica (en adelante III PRICIT) actualmente en vigor hasta el año 2003. En ambos se destaca como un fin fundamental «promover la cultura científica entre los ciudadanos y ciudadanas de la Comunidad de Madrid, estimulando la difusión de la ciencia y la tecnología», y en el III Plan Regional se encuadra una cuarta línea de Cultura Científica dividida en dos programas: Participación Ciudadana y Madrid por la Ciencia.

Cultura científica no es en este ámbito un simple sinónimo de divulgación ni de acumulación de conocimiento. La cultura es, siguiendo la Real Academia Española, el conjunto de conocimientos que

permite a alguien desarrollar su juicio crítico. En este sentido la demanda de cultura científica no se diferencia en nada de la necesidad de cultura política, judicial y económica y, en última instancia, se trata de mejorar nuestro sentido de la democracia, permitiendo a todos la participación y fomentando las aptitudes de diálogo y consenso. Abrir la experiencia científica a la mirada y a la reflexión del ciudadano es el objetivo prioritario de este programa.

Para ejecutar este plan, la Administración Regional decidió no actuar unilateralmente y, siendo consciente de las dificultades que suponía la divulgación de la ciencia pero valorando la necesidad de dar a conocer el importante patrimonio científico tanto desde el punto de vista histórico como en su realidad actual, convocó a todos aquellos interlocutores que pertenecían a la comunidad científica y a aquellos que participaban en su divulgación.

Con este fin se hicieron en el año 1999 cuatro talleres. En ellos participaron investigadores, profesores de enseñanza general y universitaria, periodistas, directores de Museos de la ciencia, representantes de la Administración Europea, Estatal y Regional, representantes de los sindicatos y de distintas ONGs, etcétera.

Del elevado número de propuestas cabe destacar algunas conclusiones:

- a) La necesidad de estimular la cultura científica y mejorar la percepción de la ciencia por parte de la sociedad es cada vez más evidente.
- b) El acercamiento entre la ciencia y la vida cotidiana. De todos es sabido cuan profundamente —y podríamos decir prepotentemente— ciencia y tecnología influyen en nuestra vida cotidiana y acaban por determinar muchas de las elecciones que dirigen la economía y la sociedad que repercuten sobre todos nosotros.
- c) El fomento de la ciencia en los centros educativos.
- d) Hay una ciencia de uso general que vale y es instrumento para pensar y entender nuestro mundo y es esa la ciencia que reivindica el ciudadano.
- e) Sin cultura científica no hay posibilidad de intervención razonable en el debate público actual sobre la mayoría de las cuestiones que importan a la comunidad. Buena parte de las



Organización Dirección General de Investigación. CM Residencia de Estudiantes	Taller	Objetivos
Coordinación Antonio Lafuente, CSIC Santos Casado, Residencia de Estudiantes Almudena del Rosal, DGI	I Ciencia y cultura  23-04-99	Explorar los fundamentos conceptuales, institucionales y financieros para una política regional en materia de promoción de cultura científica. Identificar los aliados potenciales y las prioridades más urgentes.
Lugar Residencia de Estudiantes		
Estructura El taller no estuvo abierto al público y se estructuró alrededor de mesas de trabajo. Cada uno de los ponentes dispuso de hasta un máximo de 15 minutos para fijar su posición y expresar sus recomendaciones. A continuación el moderador hizo una breve intervención para recapitular las ideas y abrir debate sobre los puntos más polémicos. El tiempo restante fue de discusión. Los coordinadores del taller elaboraron un informe que, después de unos días de discusión conjunta, motivó el informe de conclusiones.	II Museos y casas de ciencia 18-06-99	Convenir iniciativas que involucren a las distintas administraciones y explorar la posibilidad de emprender acciones coordinadas para una política regional en materia de promoción de cultura científica. Promover un trabajo en red con los museos de la ciencia.
	III La ciencia en la escuela y en la calle 24-09-99	Identificar los recursos disponibles y los obstáculos superables para la elaboración de un plan regional de promoción de cultura científica dirigido a la población más joven. Contrastar las experiencias en curso y convenir iniciativas que involucren a los diferentes actores personales e institucionales, incluyendo a la empresa.
	IV Ciencia y participación ciudadana 21-01-00	Identificar los recursos disponibles y los obstáculos superables para la elaboración de un plan regional que favorezca los vínculos entre las organizaciones ciudadanas y las instituciones científicas. contrastar las experiencias en curso y convenir iniciativas que promuevan la participación ciudadana en la marcha de la ciencia.

discusiones ético-políticas o ético-jurídicas, ahora relevantes, suponen y requieren cierto conocimiento del estado de la cuestión de una o varias ciencias (biología, genética, ecología, etología...).

- f) La necesidad de formar especialistas en comunicación de la ciencia. Algunas instituciones podrían proyectar cursos, becas o estancias breves de periodistas que facilitasen la posterior comunicación pública de la ciencia.
- g) Apoyar la conveniencia de que se premiasen aquellos programas de investigación que desarrollen un plan de apertura a la sociedad, incluyendo actividades dirigidas a centros educativos o a la opinión pública.
- h) Toda sociedad democrática tiene derecho a conocer en qué consisten, cómo se justifican las políticas científicas de las administraciones que las representan y qué instrumentos habilitan para favorecer su participación.
- i) Identificar Madrid con la ciencia, considerando que esta iniciativa apuntalaría valores de sociabilidad afines al cosmopolitismo liberal y democrático.

### **III Plan regional de investigación e innovación tecnológica 2000-2003: Programa de cultura científica y participación ciudadana**

El verdadero reto que abordó la Administración Regional con este programa fue involucrarse directamente en su organización y coordinación. La propia comunidad académica y científica no consideraba este programa como uno de los prioritarios dentro de un plan de investigación e innovación. Por consiguiente, era necesario conseguir poco a poco cambiar esta mentalidad y poner en valor el conocimiento científico y tecnológico, permitiendo a los ciudadanos entender los progresos de la ciencia y decidir sobre las políticas científicas.

Como dice Félix Ovejero Lucas: «todo lo que sea proporcionar instrumentos para entender el mundo es una importante ayuda en el empeño del buen navegar en la vida, de disponer de un mapa con el que poder orientarnos en el oficio de vivir, que algo tiene que ver con la cabal gestión de la felicidad».

Hubiera sido más sencillo acogernos a un instrumento administrativo tradicional: el investigador, periodista, profesor, ciudadano se presenta a una convocatoria pública, propone su estrategia de divulga-

ción y la administración le concede una subvención. Pero este programa, no se habría consolidado con este tipo de acciones, estaría abocado al fracaso, se habrían desarrollado pequeñas acciones sin ninguna repercusión social, que se habrían mantenido lejos del destinatario fundamental, aunque no único de este programa: el ciudadano.

También se sabía que había que partir desde cero: el objetivo primero era dar a conocer lo que en ciencia se estaba haciendo en la Comunidad de Madrid y, una vez ampliada la cultura científica de los madrileños, se abordaría una segunda fase en la que su participación fuese el objetivo. Así que, asumida la dirección y coordinación directamente del programa, había que seguir los siguientes pasos:

1. Definir las acciones.
2. Determinar las estrategias administrativas de apoyo.
3. Decidir los destinatarios.
4. Trabajar con asesores que se impliquen en cada una de las acciones.
5. Crear redes: universidades, museos, centros educativos y centros de investigación.
6. Conseguir el protagonismo y la participación de los artífices de la cultura científica: el alumno, el profesor, el investigador.
7. Poner y transmitir credibilidad en la gestión del programa de cultura científica desde la Administración Regional.
8. Comunicar que la ciencia y la tecnología son inteligibles, dando al ciudadano las herramientas para que conozca y comprenda su entorno.

### **Definir las acciones**

Las acciones que se decidieran desarrollar debían tener como objetivo prioritario llegar a la sociedad. Por consiguiente, había que buscar los medios para acercar la ciencia a los ciudadanos. Tenían que reunir requisitos, como presentarse en lugares familiares y cercanos para ellos. No se podía pretender que un ciudadano medio que no había estado en un laboratorio o, incluso, en una sala de conferencias, o en un museo, fuera por propia iniciativa a ver qué ciencia se estaba

haciendo en esos centros. Por eso se pensó, entre otros eventos, en convocar una Feria en un lugar familiar como son para todos los ciudadanos los recintos feriales de la Casa de Campo o los de IFEMA.

Esto no omitía convocar actividades y llevarles a esas instituciones, pero organizándolo dentro de grandes eventos como la Semana de la Ciencia, donde se ofrecieran una amplia gama de actividades y cuyas guías se presentarían, de nuevo, en medios cercanos al gran público como los periódicos, radio, mobiliario urbano y vallas del metro etc., y en lugares cotidianos para ellos como el centro educativo, los centros culturales, bibliotecas, ayuntamientos... y el propio centro de investigación o la universidad.

También las acciones debían dirigirse a diferentes públicos con distintos niveles de conocimiento. En este caso se pensó en conferencias, mesas redondas, jornadas de puertas abiertas, cursos y talleres en los que se especificase a que público iba dirigido. Por último, no podía faltar un portal virtual de referencia para todo aquel que quisiera incrementar sus niveles de información científica.

### **Feria Madrid por la Ciencia**

La Feria Madrid por la Ciencia es una actividad colectiva que gira en torno a una gran exposición mediante *stands* de centros educativos, universidades, centros de investigación, administraciones públicas, empresas y en general de cualquier organismo que tenga algo que «decir» sobre la ciencia en Madrid. Se plantea como un doble acercamiento: del ciudadano hacia la ciencia y de las instituciones científicas hacia el ciudadano, y una de sus características esenciales es el carácter interactivo de forma que el visitante sienta la ciencia como algo próximo y accesible. Sus objetivos son:

- Difundir la cultura científica y la investigación actual mediante una acción festiva y motivadora.
- Comunicar la ciencia que se realiza en los centros docentes e institutos de investigación a través de sus actores principales.
- Estimular el interés y la curiosidad por la ciencia mediante la observación, la experimentación y el análisis.
- Mostrar cómo la ciencia influye en el desarrollo económico.
- Acercar la ciencia a las personas para que la perciban como algo propio.

### **Semana de la Ciencia**

La Semana de la Ciencia pretende abrir la experiencia científica a la mirada y a la reflexión del ciudadano, poniendo a su alcance los temas y las cuestiones que le interesan y preocupan y descubriéndole los centros de investigación y las actividades en ellos realizadas como espacios de trabajo para mejorar la calidad de vida a corto y a largo plazo. Sus objetivos son:

- Difundir los resultados de la investigación llevada a cabo en distintos ámbitos (instituciones científicas, empresas, escuelas, universidades, museos, asociaciones profesionales, centros de investigación).
- Abrir los espacios de investigación, habitualmente cerrados al público, para estimular el conocimiento de la ciencia y la tecnología en su lugar de gestación.
- Mostrar y poner en valor el rico patrimonio científico-técnico de la Comunidad de Madrid.
- Renovar el conocimiento sobre la ciencia y tecnología del ciudadano mediante una información actualizada de los resultados y las aplicaciones de la investigación.

Actividades posibles:

- Jornadas de puertas abiertas y visitas guiadas.
- Mesas redondas y conferencias.
- Itinerarios didácticos y excursiones.
- Exposiciones.
- Cine, premios y otros.

### **Red de museos y centros de divulgación científica**

La Comunidad de Madrid dispone de un importante conjunto de centros y museos relacionados con la ciencia entre cuyas funciones básicas está la divulgación del conocimiento científico. Todos estos centros presentan un potencial inigualable para la difusión, la participación y el aprendizaje de la ciencia con una indudable dimensión educativa. El Programa de Cultura Científica ha puesto en marcha un proyecto de creación de una Red de Museos y Centros de Difusión Científica con la finalidad principal de coordinar sus recursos, potenciar plataformas de difusión y desarrollar programas conjuntos. Entre sus objetivos destacan:

- Creación de un mapa de museos, centros y programas.
- Estudios de públicos actuales y potenciales.
- Diseño de un espacio virtual.
- Propuesta de acciones y programas en Red.

### **Conferencias, cursos y talleres**

Con estas tres acciones el Programa de Cultura Científica quiere abrir espacios para la reflexión, la discusión y el debate. Es necesario hablar de cuestiones tales como inteligencia artificial, genoma e ingeniería genética, arqueología y hominización, lenguaje y computación, ecología y medio ambiente, democracia y sociedad de la información, desarrollo y biodiversidad...pero hay que hacerlo dejando a un lado el viejo binomio ciencia-público unidireccional y dirigido, y apostar por un nuevo modelo que favorezca el conocimiento, el diálogo y el consenso. El objetivo es crear una verdadera cultura científica que permita la participación de todos en la empresa científica.

### **Centro Virtual de Cultura Científica**

La distancia entre las instituciones científicas y el conjunto de los ciudadanos constituye un obstáculo para el equilibrio y el desarrollo social y cultural. Nuestra sociedad se enfrenta cada vez más a retos que sitúan a la opinión pública ante encrucijadas de difícil respuesta y que ponen en evidencia una carencia de información contrastada. Salvar esta creciente separación entre ciencia y sociedad demanda el concurso de muchos actores sociales y la necesidad de nuevos instrumentos que ayuden a la formación de opinión pública.

El Centro Virtual de Cultura Científica tiene como principal objetivo convertirse en un portal de referencia para todo aquel que quiera incrementar sus niveles de información científica. Pretende ser útil a amplios segmentos de público y quiere ser un reflejo del Programa de Cultura Científica y Participación Ciudadana, convirtiéndose en un punto de encuentro virtual para el aprendizaje, la discusión y la participación.

## Determinar las estrategias administrativas de apoyo

Si queremos que la comunidad académica y científica participe en este proyecto y se involucre, hay que facilitarle los medios. Estas comunidades disponen de su conocimiento, su investigación y sus experiencias. La Administración Regional debe facilitarle los lugares idóneos para presentar sus trabajos a la sociedad, los medios materiales y una dotación económica que les permita acceder al gran público.

Así, para que participen los centros de enseñanza general (infantil, primaria, y secundaria), auténticos motores de la Feria, hay que publicar *una convocatoria* y seleccionar a los más idóneos previendo una variedad de áreas y niveles, asesorar pedagógicamente cuando hace falta, encuestar las necesidades materiales, hacer reuniones generales, elaborar los planos de distribución, coordinar el montaje de la Feria, aguantar los tres días a pie de obra y coordinar el desmontaje, Y para acabar, hacer las sesiones de evaluación, publicar un libro y editar un video.

Otros instrumentos administrativos son *los convenios de colaboración* entre la administración y los Museos de ciencia y centros de divulgación científica (Museo Nacional de Ciencias naturales, Museo Geominero, Museo del Ferrocarril, Real Jardín Botánico, Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, Museo Naval y el Planetario) y Reales Sociedades. Los primeros destinarán la ayuda económica recibida para sus propios proyectos tales como páginas web, puntos de información, videos, CDs, y, a cambio, participarán en la Feria y la Semana de la Ciencia.

También, durante la vigencia del III PRICIT 2000-2003, se han firmado con las universidades públicas radicadas en la Comunidad de Madrid y con centros de investigación como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) *unos contratos programa* en los que se incluye un programa específico de cultura científica. En estos la financiación se comparte; la CM aporta el 75% y la institución el 25%.

## Decidir los destinatarios

Cuando se estudian las líneas y programas que sobre cultura científica y participación ciudadana han desarrollado tanto la Unión Europea y otros estados miembros como la Administración Estatal, Regional, da la sensación de que el destinatario es el ciudadano. Sin embargo, si se analiza qué es la cultura científica se descubre que hay mucho más y que el ciudadano no es el único. Muchas veces, el investigador necesita aprender y duda de la mejor forma para dar a conocer a la ciudadanía el trabajo de investigación desarrollado en el laboratorio o en su despacho. Los museos no sólo deben exhibir sus magníficas piezas sino que deben contar para qué sirven, cómo funcionan o cuál es el origen de la muestra; desarrollar estudios sobre públicos potenciales, mejoras museográficas y manifiestan una incesante búsqueda por hacer cada vez más interactivos e inteligibles su patrimonio.

Los profesores, tanto de enseñanza general como universitaria, conocen los experimentos cruciales de la historia de la ciencia en los que se basan las respuestas a las grandes preguntas, pero que como alumnos que han sido.. ¡Muchos de ellos jamás los han realizado! Las razones son bien conocidas y extrapolables al panorama actual: en la Enseñanza Secundaria Obligatoria bastante se logra si se les mantiene calladitos a los alumnos, en el Bachillerato «no se puede perder tiempo» porque hay que aprobar la Selectividad, y en la universidad se da por supuesto que ya se han hecho los famosos experimentos... Así se terminan carreras como Físicas sabiendo muchas integrales y fórmulas realmente útiles y maravillosas pero sin haber llevado a cabo la electrolisis del agua, ni los sencillos experimentos de Faraday, ni por supuesto, el famoso experimento de Torricelli, tantas veces dibujado y nunca realizado (¡Con las ganas que teníamos todos de tocar el mágico y peligroso mercurio!).

Y, sin duda, hay unos destinatarios muy especiales que son los estudiantes, sector que está sufriendo una lamentable disminución de vocaciones científicas. Según Vicenç Navarro «los estudiantes de las escuelas españolas están entre los que tienen peores indicadores en comprensión y capacidad de lectura y en conocimiento científico. A esto se suman las enormes dificultades que en muchos países tienen los jóvenes para desarrollar en condiciones una carrera científica y la



falta de tradición cultural científica de sociedades como la nuestra». El problema es de tal envergadura que en los Estados Unidos ya han bautizado a esta nueva enfermedad con el término de *Innumeracy* y en Francia el debate ha sido llevado en numerosas ocasiones en los últimos años a la arena política. Profesores, políticos y estadistas se preguntan con creciente preocupación sobre las causas y raíces de este nuevo mal que parece incrementarse en el sentido inverso a la importancia de la ciencia en nuestras sociedades. Los expertos no se ponen de acuerdo a la hora de interpretar los datos de los estudios de opinión y buscan desesperadamente un antídoto para esta nueva epidemia. Mientras que un 73% de los estudiantes franceses opinan que el status social del científico es alto y un 68% piensa que la profesión de científico está bien remunerada, más de un 42% no muestra el más mínimo interés en seguir una carrera científica. En los últimos años, los estudios científicos han sufrido en Francia, y se pueden trasladar cifras similares a España, importantes disminuciones en las cifras de matriculados (-19% en ciencias de la salud y -46% en física y química). Datos que contrastan con la importancia que los gobiernos de la Unión Europea conceden a la ciencia como pilar básico en la nueva sociedad del conocimiento.

Por último, también es necesario apoyar a otras instituciones tales como Fundaciones, Asociaciones, ONGs, Reales Academias, Ayuntamientos y Empresas para que incluyan entre sus objetivos la difusión y el debate público de sus actividades.

### **Trabajar con asesores que se impliquen en cada una de las acciones**

Por supuesto que los órganos consultivos, consejos científicos, comités de honor y de organización son necesarios para que determinados proyectos y acciones funcionen. Sin embargo, para organizar y coordinar desde la Dirección General de Investigación todo un programa de cultura científica no se ha optado por un equipo de asesores que dieran su opinión y comentarios en dos o tres reuniones al año, sino que se les ha exigido que se impliquen en los proyectos personalmente con su trabajo desde su gestación, ejecución y evaluación.

Siguiendo estos criterios se nombraron cuatro profesores de enseñanza general para ejercer como asesores de los centros educativos; uno para las Universidades públicas, privadas y Reales Academias; se contrataron expertos para coordinar las actividades de cultura científica en el CSIC y, otras instituciones, como el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), el Centro de Astrobiología, el CIEMAT, los museos y todas las que han constituido redes para desarrollar este programa, nombraron su propio coordinador.

Tanto los asesores designados por la DGI como los coordinadores han estado trabajando en todas las fases de las acciones: definición y presentación de contenidos, realización de los eventos, evaluación y nuevas propuestas.

Son ellos mismos los que han decidido lo que quieren divulgar sin olvidar los objetivos que definidos por la administración regional han contado con el consenso de todos los interlocutores.

### **Crear redes: universidades, museos, centros educativos y centros de investigación**

La creación de estas redes tiene como fin convocar y organizar a los iguales que dan a conocer la ciencia y la tecnología. Es decir, todo el trabajo realizado en este programa de cultura científica se ha llevado a cabo constituyendo redes horizontales. Se ha rechazado la estrategia de reuniones unilaterales con cada una de las instituciones buscando que todos los procesos de cada acción se desarrollaran en redes que permitieran compartir experiencias, proponer nuevos proyectos y sus posibles mejoras, exponer los errores, fallos y los cambios que fueran necesarios. Con esta metodología se está demostrando que la Administración Regional no está imponiendo una estructura vertical de actuación, en la que ella decide y los interlocutores ejecutan las bases que ésta ha establecido.

Cada colectivo se ha ido afianzando y decidiendo lo que quería exponer, contar y divulgar. En cualquier caso, estas redes están permitiendo definir y compartir hacia dónde se quiere dirigir este programa.

También es importante destacar que trabajando en red se ha conseguido el intercambio entre ellas. Así, en la Feria Madrid por la Ciencia los museos participan en colaboración con un centro educativo,

aunando contenidos y espacios. A su vez, los centros educativos han buscado para mostrar sus experiencias la colaboración de las empresas; los investigadores han solicitado la colaboración de alumnos de bachillerato y quieren que en las mesas redondas, video-conferencias y cualquier evento en el que se busque el debate estén enfrente los estudiantes; las universidades, centros de investigación y fundaciones colaboran entre sí para organizar sus *stands*, jornadas de puertas abiertas, talleres, exposiciones y mesas redondas.

De esta forma se conseguirá aumentar el impacto que en I+D+I se está realizando en la CM, fortaleciendo la coherencia de las actividades y las políticas de investigación llevadas a cabo.

En conclusión, el resultado, sin olvidar la organización y coordinación de la Administración Regional, será fruto del trabajo que cada una de las redes hayan decidido o hayan querido alcanzar. Los resultados vendrán del trabajo de iguales: la red de universidades, de centros educativos, de museos y de centros de investigación. En el futuro será necesario constituir nuevas redes con ayuntamientos, fundaciones, asociaciones y empresas.

### **Conseguir el protagonismo y la participación de los artífices de la cultura científica: el alumno, el profesor, el investigador**

La experiencia en la ejecución de este programa de cultura científica ha puesto de manifiesto que una buena coordinación, claridad en los objetivos y en lo que se quiere de los interlocutores, y la disposición de los medios materiales adecuados para desarrollar su trabajo de divulgación permite que los actores: el alumno, el profesor, el investigador etc. se involucren voluntariamente.

En uno de los recientes Eurobarómetros sobre sus actitudes en relación con temas científicos, al ser preguntados los ciudadanos de la Unión Europea cuáles son los colectivos en los que tendrían más confianza si se produjera una catástrofe cerca de sus casas, aparecen en primer lugar los científicos (un 62,6%) por delante de los representantes de los gobiernos (un 19,9%), de los periodistas (un 17,7%) o de las empresas (4,4%). Esta estadística pone de manifiesto la importancia de que sean, en gran medida, ellos los interlocutores con la so-

ciudad, ellos darán credibilidad a los muchos sucesos que rodean nuestras vidas y que pueden ser explicados desde la ciencia o la tecnología.

Según Pere Puigdomènech, es necesario, en un país como el nuestro, recordar en primer lugar que la existencia de una comunidad científica fuerte e independiente es un elemento clave para resolver los problemas que plantea de forma repetida nuestro mundo moderno. En segundo lugar, se necesita un sistema independiente de consulta que identifique las personas que tienen la mejor información o vayan a buscarla allí donde se encuentre y que acaben produciendo una opinión que llegue de forma transparente a la opinión pública. Esto incluye una cultura de la elaboración de la opinión científica para proporcionar unas conclusiones útiles a quien debe tomar decisiones y no únicamente opinar sobre aquello que es indiscutiblemente sólido para la ciencia en cada momento.

Teniendo en cuenta lo anterior deberían fomentarse más incentivos para hacer divulgación científica dentro de las carreras profesionales, tanto de los profesores como de los investigadores. Por ejemplo, debería tanto en el VI Programa marco, como en los Planes Nacionales y Regionales puntuar para la obtención de ayudas para proyectos de investigación no sólo «el plan de difusión y divulgación de los resultados» sino la difusión a la sociedad del trabajo de investigación realizado.

Otro incentivo importante sería tener en cuenta este último aspecto por parte de la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI) a la hora de reconocer los especiales méritos en la actividad investigadora desarrollada por el profesorado universitario y el personal investigador para la obtención de los tramos de investigación. Igualmente, se debería baremar en concursos, oposiciones, etcétera. Mientras esto no se realice la comunidad científica y académica lo seguirá considerando algo secundario sujeto a la vocación para la alfabetización científica de algunos investigadores y profesores.

En programas concretos como la Feria Madrid por la Ciencia, se ha valorado especialmente el trabajo del profesorado de enseñanza general, evitando que sólo primara su voluntarismo. A través de una convocatoria que establece el régimen de participación en este evento, se especifican unas dietas, un número determinado de créditos de

formación, una dotación económica para material fungible, se les concede un espacio en un recinto ferial de reconocido prestigio y el mobiliario que necesiten para mostrar las experiencias que previamente han sido propuestas por una comisión de selección. Finalizada la Feria quedará plasmado su trabajo en una publicación. Es decir, tienen la posibilidad de mostrar el trabajo que están realizando en el aula en las mejores condiciones y con los medios que necesiten, no sólo en el área escolar sino en un ámbito más importante junto con los grandes centros de investigación, universidades, administraciones públicas y empresas. Además, como a los investigadores, concluida cada convocatoria de la Feria se solicita su evaluación para futuras ediciones.

En cuanto a los alumnos, también ellos pueden y deben ser los protagonistas y, de hecho estos jóvenes profesores son el corazón de la Feria. Los profesores los forman pero luego son ellos los que muestran desde la enseñanza infantil hasta la universitaria todos los proyectos y experiencias de física, química, geología, botánica...que han aprendido en su centro. De esta forma, se está propiciando una enseñanza más experimental, se está creando la cantera de futuros profesores y comunicadores de la ciencia y la tecnología y, a su vez, nos están enseñando a la ciudadanía durante los tres, cuatro días de duración de la Feria un gran número de principios básicos necesarios para entender y comprender todas esas ciencias que acompañan nuestra vida cotidiana.

### **Poner y transmitir pasión y credibilidad en la gestión del programa de cultura científica desde la administración regional**

Como se indicaba al comienzo de este trabajo, un Plan Regional de Investigación e Innovación Tecnológica no sólo debe fijar las directrices para realizar política de investigación y desarrollo tecnológico: reforzar las bases científicas y tecnológicas de la industria de la Comunidad y favorecer el desarrollo de su competitividad internacional y fomentar las acciones de investigación que se estimen necesarias, sino que debe crear las vías y facilitar los instrumentos para aproximar esa política al ciudadano.

*La pasión* se manifiesta asumiendo la dirección, organización y coordinación del programa de cultura científica por parte de la Administración Regional sin dejarla en manos de terceros o en simples ayudas públicas sin seguimiento alguno. También, creando las redes, convocando regularmente con todos los interlocutores reuniones de funcionamiento, evaluación y, sobre todo, estando la Dirección General de Investigación, presente en todas las acciones que ha decidido ejecutar, dándoles una continuidad que le permita consolidarlas a lo largo de los cuatro años de duración del III PRICIT y futuros planes.

Ha sido fundamental superar todos los obstáculos que podrían favorecer el olvido de este programa en favor de otros tradicionalmente más científicos (ayudas a la investigación de excelencia, programas de infraestructura, formación, innovación tecnológica...) Y siempre encontrar la solución sin desistir a los cambios de fechas en los recintos feriales, recortes presupuestarios y, sobre todo, convencer a todos los interlocutores desde el centro educativo hasta la empresa de la importancia de un programa de estas características para facilitar que la sociedad pueda entender y opinar sobre el mundo en que vivimos.

*La credibilidad* se demostrará con un crédito razonable y suficiente para el programa de cultura científica durante la vigencia del III PRICIT, que se materializará anualmente, en los Presupuestos Generales de la Comunidad de Madrid. Así, ha sido necesario convencer, explicar y motivar exhaustivamente a la Dirección General de Presupuestos para que se aprobase en el programa presupuestario de una Dirección General de Investigación una dotación económica en partidas de comunicación, dietas de profesorado, promoción cultural, junto a los correspondientes programas tradicionales y, en principio, más idóneos y justificados en una Dirección General de esas características.

Otra vía ha sido la búsqueda constante de ingresos de otras administraciones, entidades y fundaciones que permitan reforzar la dotación tanto para la realización de las acciones como su difusión en los medios de comunicación. Igualmente, se ha conseguido demostrando la seriedad, la constancia y el inmenso trabajo que se ha realizado para que cada evento tuviera la máxima calidad en todos los aspectos, sin que se haya impuesto en ningún caso los contenidos a divulgar. La experiencia demuestra que si una opinión científica está mediatizada por un interés, ya sea económico o político, deja de tener un valor.

## **Comunicar que la ciencia y la tecnología son inteligibles, dando al ciudadano las herramientas para que conozca y comprenda su entorno**

La falta de tradición cultural científica de la Sociedad es de todos conocida, incluso algunos expertos dudan que sea viable hacer determinada difusión de la investigación y la tecnología actual. Recientemente Vladimir de Semir resaltaba que en una sociedad con bajo nivel cultural científico va a ser muy difícil impulsar políticas que permitan corregir nuestro evidente euroescepticismo científico, además de la poca sensibilidad social y política que se tendrá para afrontar el debate sobre los muchos problemas éticos que nos plantea la innovación científica.

Aunque otros, como Ramón Núñez, destacan que el ciudadano medio sabe hoy mucha más ciencia que en cualquier otro momento de la historia, y es que cualquier persona se encuentra continuamente a lo largo de su vida con situaciones de aprendizaje por motivos como la salud, la seguridad, la utilidad, la diversión, la curiosidad, el trabajo...

La Unión Europea está desarrollando el proyecto de Espacio Europeo de Investigación con lo que pretende ofrecer un nuevo horizonte a la actividad científica y tecnológica y a la política de investigación en Europa. Otro de los objetivos es poner los fundamentos de un nuevo contrato entre los ciudadanos europeos y la ciencia y la tecnología, recuperando el lugar central de la ciencia en la sociedad y haciendo que sus aplicaciones sean objeto de un debate político informado sobre sus consecuencias sociales.

La investigación deberá desempeñar un papel aún más firme y ocupar un lugar aún más preponderante en el funcionamiento de la economía y de la sociedad europeas. Ello exige el refuerzo de los esfuerzos públicos y privados de investigación de la Unión y la coordinación de los esfuerzos de investigación de los Estados miembros entre ellos y con los de la Unión. Además, es preciso otorgar a los ciudadanos europeos los medios para recuperar el entusiasmo que por la aventura del conocimiento demostraron en otros momentos de su historia y establecer las condiciones que favorezcan la confianza en el progreso tecnológico. La Administración Regional está actuando en este sentido a través del Programa de Cultura Científica y Participación Ciudadana y está poniendo los medios para conseguir hacer más inteligible la ciencia y su aplicación.

## Apéndice 1. Resultados y evaluación de la Feria Madrid por la ciencia

### I Feria Madrid por la Ciencia:

- 5, 6 y 7 de mayo de 2000.
- Pabellón de Convenciones del Patronato de la Casa de Campo.
- 4.500 m<sup>2</sup>.
- 30.000 visitantes.
- 11 Centros de Investigación.
- 7 Museos.
- 43 Centros educativos.
- Editoriales.
- 4 Empresas privadas.
- Comunidad de Madrid.
- Ayuntamiento de Madrid.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

### II Feria Madrid por la Ciencia:

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| — 11, 12 y 13 de mayo de 2001 | — Pabellón 6 del Parque Ferial Juan Carlos I. |
| — 8.000 m <sup>2</sup> .      | — 50.000 visitantes.                          |

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• 4 Editoriales.</li><li>• 7 Empresas privadas.</li><li>• Ayuntamiento de Madrid.</li><li>• Generalitat de Catalunya.</li><li>• Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Consejo de Seguridad Nuclear.</li><li>• 7 Universidades.</li><li>• 57 Centros educativos.</li><li>• 8 Museos.</li><li>• 11 Centros de investigación</li></ul> |
|---|

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Comunidad de Madrid:<ul style="list-style-type: none"><li>– Consejería de Educación. Dirección General de Investigación.</li><li>– Consejería de Educación. Dirección General de Universidades.</li><li>– Consejería de Cultura. Dirección General de Archivos, Museos y Bibliotecas. Bibliotecas de la Comunidad de Madrid.</li><li>– Consejería de Medio Ambiente.</li><li>– IMIA - Instituto Madrileño de Investigaciones Agrarias.</li><li>– ITDA - Instituto Tecnológico de Desarrollo Agrario.</li><li>– GEDESMA - Gestión y Desarrollo del Medio Ambiente de Madrid, S.A.</li><li>– Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes.</li><li>– Metro de Madrid.</li></ul></li></ul> |
|--|



### III Feria Madrid por la Ciencia:

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| – 8, 9 y 10 de marzo de 2002 | – Pabellón 8 del Parque Ferial Juan Carlos I. |
| – 14.000 m <sup>2</sup> .    | – 80.000 visitantes.                          |

- Comunidad de Madrid:
  - Consejería de Educación.
  - Dirección General de Investigación.
  - Dirección General de Universidades.
  - Consejería de las Artes.
  - Dirección General de Archivos, Museos y Bibliotecas.
  - Servicio Regional de Bibliotecas y del Libro.
  - Consejería de Economía e Innovación Tecnológica.
  - IMIA. Instituto Madrileño de Investigaciones Agrarias.
  - ITDA. Instituto Tecnológico de Desarrollo Agrario.
  - IMADE. Instituto Madrileño de Desarrollo.
  - Consejería de Medio Ambiente.
  - GEDESMA. Gestión y Desarrollo del Medio Ambiente de Madrid.
  - Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes.
  - Metro de Madrid.

### IV Feria Madrid por la Ciencia:

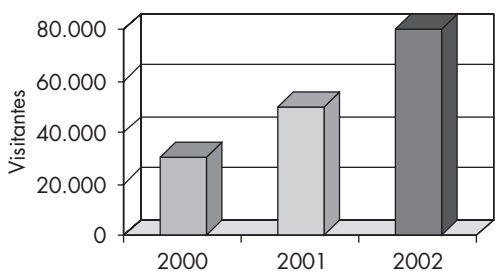
Debido al éxito de ediciones anteriores y teniendo en cuenta la gran afluencia de público escolar que asistía en el único día lectivo de la Feria, se ha ampliado un día más, incluyéndose el jueves. Esto permitirá un mejor y mayor aprovechamiento de los estudiantes. Se realiza, de nuevo, en IFEMA, ampliándose el espacio de 16.000 m<sup>2</sup>. Cabe destacar que este año se ha conseguido la participación de 150 organismos frente a los 120 del año anterior.

De ellos, 60 son centros educativos que llevan a más de 2000 jóvenes profesores. Por primera vez, se contará con la presencia de cinco Reales Sociedades: Real Sociedad de Física, Real Sociedad de Química, Real Sociedad de Historia natural, Real Sociedad de Matemáticas y Real Sociedad de Geografía. También gracias a la presencia de 7 Consejerías de la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid, esta IV Feria se convierte en un único escaparate de lo que es la cien-

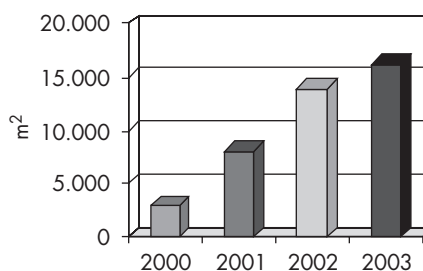
cia de la ciudad. La contaminación, los residuos, la limpieza, nuestra salud, las comunicaciones, las infraestructuras, la seguridad son aspectos fundamentales de nuestra vida diaria. Temas que, como ciudadanos, nos preocupan e interesan. Su creación, organización y mantenimiento son aspectos complejos, llenos de ciencia y tecnología y muchas veces ocultos y desconocidos. Pero gracias a ellos disfrutamos de niveles de bienestar nunca antes alcanzados.

Otra novedad sobresaliente de esta Feria es el creciente interés que la empresa está teniendo en mostrar lo que en I+D+I esta desarrollando, haciéndolo no de una forma comercial sino con una perspectiva cultural y divulgativa

**Evolución de visitantes**



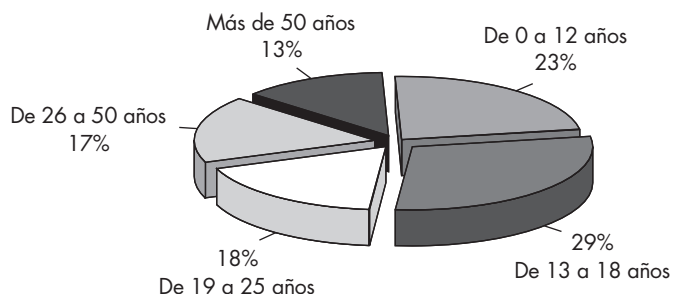
**Evolución de superficie**



Percepción de los participantes y visitantes:

*Visitantes*

- Encuestas válidas tenidas en cuenta: 207.
- Segmentos de edades que se han tabulado y frecuencias con que aparecen:



— Lo *más* interesante:

- 1.º Lo relacionado con los robots (hay mayoría absoluta de alumnos).
- 2.º El trabajo realizado por los alumnos en los *stands* (hay mayoría profesorado y minoría alumnado).
- 3.º Toda la Feria y su carácter divertido (un número abundante de estudiantes de la franja 0-12).
- 4.º La exposición los inventos del TBO (a más distancia y hay mayoría de estudiantes).

— Lo *menos* interesante:

- 1.º Hay una respuesta abrumadora: nada o en blanco, con un frecuencia de 92 respuestas (44,4%).
- 2.º En los encuestados el primer día (8 de marzo), los problemas de la entrada a la Feria y la aglomeración de gente.

*Centros educativos (valoración sobre 5)*

— Media global: 3,85.

— Mejor valoración: Experiencia vivida por los alumnos.

— No hay valoraciones por debajo de 2,5.

— Apartados mejor valorados:

Consecución de objetivos de la Feria: 4,5.

La feria: 4,3.

La fase previa: 4,2.

Grado de satisfacción global: 4.

— Algunas observaciones positivas:

Se consigue implicar a los alumnos como en pocas ocasiones.

Alumnos muy satisfechos: ¡estamos muy contentos!

El parque infantil, ¡una idea genial!

La feria es un acontecimiento importante en nuestro centro.

Bien por el tamaño del *stand* y sus paredes en haya.

No disponer de más dinero sirve para agudizar el ingenio.

Mejoró la participación de otras instituciones.

*Alumnado*

— «Me ha gustado...

... el poder realizar de forma práctica experimentos que ya conocía de forma teórica»

... la amabilidad de los monitores y lo bien que lo explicaban todo»

... porque aprendí mucho sin aburrirme»

... que me explicaran las cosas gente de mi edad»

... poder hacer experimentos yo misma»

— «Me ha sorprendido...

... la variedad de experimentos, desde los niños de preescolar a personas de universidades»

... que te dejen hacer prácticas»

... el interés que mostraba la gente»

... lo bien que estaba organizado todo»

... la «enormidad» que tiene la feria»

*Centros de investigación y otras instituciones (valoración sobre 5)*

— Media global: 3,31 sobre 5.

— Apartado mejor valorado:

General: aspecto general, enfoque *stands*, afluencia y participación público, satisfacción institucional y personal: 3,87.

Relación Museo/Centro educativo: 4,4

*Valoraciones globales por institución*

— Museos: 3,7.

— Universidades: 3,25.

— CSIC: 3,35.

— Otros: 3,31.

*Algunos comentarios generales*

— Gran satisfacción personal e institucional.

— Buen aspecto general de la Feria: espacios, distribución.

— Exceso de público el viernes.

— Falta de repercusión mediática.

## **Apéndice 2. Resultados y evaluación de la semana de la ciencia en la Comunidad de Madrid**

### **Iniciativas de la Dirección General de Investigación en la Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid**

- Convocatoria.
- Coordinación y asesoramiento de los participantes.
- Coordinación de las actividades.
- Edición de la *Guía de Actividades*.
- Elaboración de la página web.
- Plan integral de comunicación.

### **Tipos de organismos participantes**

- Asociaciones científicas.
- Asociaciones culturales.
- Ayuntamientos.
- Centros de investigación.
- Colegios profesionales
- Comunidad de Madrid.
- Empresas.
- Fundaciones.
- Hospitales.
- Instituciones culturales.
- Institutos culturales.
- Museos.
- ONG's.
- Organismos públicos.
- Reales Sociedades.
- Universidades.

### **I Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid**

- Duración: una semana del 5 al 11 de noviembre de 2001.
- Entidades participantes: 100.
- Actividades: 300.
- Número de visitantes: 80.000.
- Entrada gratuita.

### **II Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid**

- Duración: dos semanas del 4 al 17 de noviembre de 2002.
- Entidades participantes: 240.
- Actividades: 530.
- Número de visitantes: 170.000.
- Entrada gratuita.

### **Plan de comunicación**

- Distribución de la *Guía de Actividades*.
- Encartes en periódicos.
- Organismos participantes.
- Centros educativos.
- Otras instituciones.
- Página web: [www.madrimasd.org/semanaciencia](http://www.madrimasd.org/semanaciencia).
- Metro de Madrid.
- Autobuses.
- Banderolas Castellana.
- Mobiliario urbano.

## Evaluación de la II Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid

### Conclusiones

1. *Datos totales sobre la participación del público en las actividades.* Según los datos proporcionados por las 128 instituciones que respondieron a los cuestionarios previamente enviados, el público asistente a sus actividades asciende a 170.000 personas. De todo este público, para este estudio se ha encuestado a 4138 personas en 177 actividades cubiertas por observadores externos. En consonancia con el grado de satisfacción sentido, la percepción de la afluencia de público es valorada muy positivamente por un 87,20% de las instituciones participantes, para las que fue predominantemente abundante. Es necesario decir que para el 54,2% de las instituciones quedó público sin atender por falta de espacio.

2. *Perfil medio del público asistente.* Con un 50% de probabilidad de que sea estudiante o de que tenga una profesión relacionada con la enseñanza, y muy posiblemente con estudios de bachiller o incluso con titulación superior. Es posiblemente mujer, aunque la probabilidad está muy repartida (54,8% de mujeres y 45,2% de varones), y tiene una edad comprendida entre 12 y 50 años (menores de 12 años hay un 2%). Reside en Madrid Capital (59,7%), o en Madrid Sur (14,9%). Se informó de la celebración de la II Semana de la Ciencia fundamentalmente por la prensa escrita (30,1%) o por familiares, profesores o amigos (16,7%). Muy posiblemente ha quedado satisfecho con la actividad en la que ha participado, aunque existe un 17,2% de probabilidad de que no haya sido así. Conoce la guía y la valora en general positivamente, y por último desconoce la existencia de la página web. Según esta esquemática descripción se pueden extraer algunas conclusiones importantes:

- Hay que buscar estrategias para que haya una mayor vinculación de la ciudadanía de las periferias norte, este y oeste.
- Es necesario aumentar la oferta de actividades para niños de infantil y primaria.
- La página web, hoy por hoy, no sirve para difundir la Semana de la Ciencia entre la ciudadanía en general.
- Habría que intentar llegar más a otros colectivos como son: trabajadores en paro, trabajadores sin estudios de bachiller o

superiores, amas de casa y jubilados, pues de ser una muestra a la que se creía que iba a llegar más, ha pasado a ser una pequeña muestra la que ha asistido a las actividades por nosotros encuestadas.

- Habría que implicar a la radio y la televisión tanto en la difusión de la Semana como en la retransmisión de algunas actividades como se pide por parte de alguna persona del público y de las instituciones.

3. *Grado de satisfacción.* El grado de satisfacción es coincidente en el público y en las instituciones participantes, lo que no quiere decir que los tres colectivos no hagan aportaciones para la mejora de las actividades. Un dato especialmente relevante es que el 91% de las instituciones están decididas a participar en la próxima edición, y que un porcentaje significativo de asistentes a las actividades considera que se debe continuar con este tipo de eventos, y es más, ampliando su período de celebración. Se llega a hablar del «Mes de la Ciencia» como ya se ha señalado anteriormente. En un intento de entresacar los aspectos que han generado este alto grado de satisfacción se puede destacar: el interés del público, la gran demanda de muchas de las actividades, y ello a pesar de que la difusión sea uno de los aspectos a mejorar, la existencia también de una gran variedad de actividades, muy patente en una guía que en general tiene también una buena valoración en general, etc.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
83,73%, valoración de bastante o muy satisfactoria.	Crítica constructiva en algunos aspectos organizativos	82,8%, muy satisfecho.

4. *Acceso a las sedes de celebración.* El grupo de encuestadores ha apreciado que un 12,12% de las actividades se desarrollaban en lugares de difícil acceso, en los que una mejor señalización, o algún tipo de indicación en la guía, seguramente hubiera evitado retrasos e incomodidades. Las sugerencias más notorias en aras de mejorar la localización y acceso a los lugares de celebración son:

- Acompañar la guía con un mapa en el que estén localizadas las sedes, si es posible.



- Que las instituciones participantes aporten sugerencias para desplazarse al lugar de celebración, y que se incluyan en la guía.
- Indicar en las calles próximas, o recintos de celebración, mediante carteles el lugar exacto.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
—	En un 71% de las actividades el acceso es más o menos asequible.	Algunos señalan dificultades en el acceso.

5. *Identificación de las actividades con la Semana de la Ciencia.* Este es un aspecto organizativo, que por parecer probablemente obvio, se ha descuidado en gran número de casos. Las instituciones participantes y organizadoras de actividades concretas deberían hacer hincapié en identificar en los espacios de celebración de las mismas, y en los folletos elaborados por las mismas, la pertenencia de dichas actividades al Programa de Cultura Científica de la Comunidad de Madrid, que persigue unos objetivos que han de quedar claros, y que tiene detrás unas instituciones promotoras. Podría ser conveniente elaborar un breve documento por parte de la D.G.I., a modo de contrato de participación entre las instituciones y la D.G.I. de la C.M., en el que se expliciten algunas directrices que permitan dar homogeneidad a la organización de tan amplio espectro de actividades.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
—	Sólo un 53% de las actividades estaban bien identificadas.	Algunos echan en falta que se deje clara la vinculación.

6. *La página web.* La utilidad de la página web es muy diferente para los distintos colectivos. Mientras que para el público en general ha sido prácticamente desconocida, por lo que no ha servido como medio de difusión, para las instituciones sí ha sido una referencia básica y digna de potenciar aún más. Se debería pues reconsiderar su utilidad en función de los distintos colectivos sociales o profesiona-

les. Además de poder seguir siendo un referente informativo importante para las instituciones, también podría potenciarse como recurso informativo de temas de actualidad para los centros escolares y para el ciudadano en general.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
Muy satisfactoria	—	Para un 78,2% ha sido desconocida o de poca utilidad.

7. *La reserva de plazas.* A juzgar por lo que manifiesta el público, y aunque el sistema ha funcionado con normalidad, éste es uno de los aspectos que posiblemente haya que mejorar en algunos casos: Algunas de las sugerencias que pueden incidir en este tema son:

- Aunque ya se había pactado, parece que hay que insistir que las instituciones participantes deben hacer un esfuerzo mayor para precisar más, y mejor, en la guía de actividades: el aforo del local, los turnos si existen, y sobre todo el perfil de los destinatarios. Hay quien opina que se deberían abrir todas las actividades a todo tipo de públicos, mientras que otros piensan que sería mejor realizar sesiones diferentes para colectivos con distinto nivel de conocimientos o grado de proximidad profesional con el contenido de la actividad.
- Por otro lado, en algunas actividades fue muy difícil o imposible que atendieran la llamada, seguramente porque ya se había cerrado la reserva, lo que podía dar sensación de mala organización.
- Ha habido quien ha planteado la sugerencia de que exista un teléfono o centro de reservas para la Semana en general.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
—	81% con normalidad o a plena satisfacción.	64% fácil o muy fácil

8. *La guía de actividades.* A pesar de que los tres colectivos valoran bien la guía, es este apartado uno de los que más sugerencias de cambio suscita. Aunque hay una gran mayoría del público que ve bien cómo se ha elaborado la guía, los más críticos, incluyendo las instituciones y los encuestadores, ven necesario reconsiderar algunos aspectos de la misma:

- La organización o estructura, que muchos consideran que sería más asequible si fuera temática. Otros sugieren agrupar las actividades por instituciones, e incluso hay quien opina que sería mejor por días, o por zonas geográficas.
- La difusión de la misma, que debería adelantarse y llegar al mismo tiempo a los ciudadanos en general al mismo tiempo que a los centros escolares. Sin embargo, también hay quien opina que debería retrasarse para que tuviera menos errores respecto a las actividades en concreto, dado que siempre hay cambios a última hora.
- La inclusión de un índice temático, o incluso una relación de ponentes.
- Subsanan al máximo errores en los detalles organizativos de las actividades: cambios de lugar, hora y fecha. Precisar bien el objetivo de la actividad y sus destinatarios, etc.
- La inclusión de un mapa con los lugares o sedes de celebración., como ya se ha comentado; aunque sólo lo haya sugerido una persona parece ser una idea interesante.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
89,60% Buena o muy buena.	En un 54,2% de las actividades faltaban o escaseaban.	Para un 70,9% muy útil. Para un 9,1% poco útil.

9. *La difusión.* Se ha confirmado que es la prensa escrita y los encartes en los periódicos la vía fundamental de difusión, complementada por la difusión oral subsiguiente a través de familia, amigos y profesores. Habría que convencer a las emisoras de radio y a la televisión de que la semana de la Ciencia es un programa de alto contenido social que merece toda su atención y apoyo.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
Las Instituciones demandan hacer una difusión de la guía con mayor antelación y asegurándose que llegue al mismo tiempo al público en general y a los centros escolares.	—	El 24,3% por la prensa y otro 32% por amigos, profesores, etc.

10. *Impacto en los medios de comunicación.* Las instituciones y el público en general opinan que se echa en falta un impacto mayor en la radio y la televisión. Son varias las sugerencias que plantean la necesidad de que exista algún programa de televisión que haga un seguimiento de la Semana, o que incluso, se retransmitan algunas actividades en directo. También hay quien sugiere transmitir en régimen de video conferencia algunas de las actividades.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
Un 33% de las instituciones echan en falta una mayor repercusión en los medios audiovisuales.	—	Se echa en falta una mayor impacto en RTV.

11. *Aspectos organizativos.* Se refiere este apartado a la planificación y desarrollo de las actividades que cada institución participante ha llevado a cabo. Como es lógico, el público es más exigente en lo que se refiere a los detalles organizativos de las actividades. La organización es siempre algo que puede ser mejorado en muchos aspectos, a continuación se destacan algunas de las sugerencias más citadas en los diferentes colectivos:

- Comunicando al público que ha realizado la reserva cualquier cambio que se produzca a última hora.
- Cuidando el espacio o sala destinada a la actividad para asegurar la visibilidad desde cualquier punto; así como la audición, colocando micrófonos, evitando ruidos molestos procedentes de lugares próximos, etc. Uso de sillas cómodas, con pala para poder escribir, etc.

- Adaptando el nivel de explicación al público asistente.
- Definiendo mejor en la guía el tipo de público destinatario de la actividad.
- Entregando un folleto complementario a las explicaciones.
- Favoreciendo, en la medida de lo posible, la participación del público.
- Siendo rigurosos con el horario establecido en la guía.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
93,60% muy satisfactoria	84% satisfactoria	68,09% Buena o muy buena

12. *Interactividad: ponente, coordinador y público.* En este aspecto, parece haber cierta coincidencia entre los encuestadores y el público, si bien, en algunas ocasiones el ponente o coordinador de la actividad no ha sido el más adecuado, o bien no ha acertado con la forma de comunicarse con el público. Dado el carácter predominantemente divulgativo que tiene la semana de la Ciencia, los responsables de las actividades deberían procurar hacer las sesiones lo más amenas y asequibles que les sea posible.

Instituciones participantes	Encuestadores	Público asistente
—	81% buena o muy buena	78,1% buena o muy buena

## 12. *Propuestas para la III Semana de la Ciencia.*

12.1. Involucrar más a las instituciones en la planificación y en la evaluación. Existen muchos aspectos que podrían mejorar si los responsables de las instituciones participantes se implicasen más en la planificación general de la Semana y en la Evaluación de la misma mediante la celebración de sendas reuniones en las que la D.G.I., como promotora de la misma, informarse y analizarse los pormenores del contrato de participación, de la organización general y de las sugerencias de mejora derivadas de las evaluaciones. Así, por ejemplo, se trataría de la necesaria identificación de las actividades con la

Semana de la Ciencia, de las tareas del responsable de la institución concreta, de la distribución de guías, de los accesos, de los destinatarios, etc.

12.2. Estudiar difusión. En este informe se desgranar sugerencias encaminadas a lograr una difusión mejor, en la que el instrumento más efectivo ha sido la prensa y la guía, y en la que la radio y la televisión parece que no juegan un papel importante. Potenciar más la prensa e incidir en estos últimos medios de comunicación parecen las bazas más importantes a jugar. Una sugerencia interesante es difundir y crear una red de puntos de distribución de la guía de actividades.

12.3. Cuidar la oferta. Dado que la procedencia del público es predominantemente de Madrid Centro y Sur, convendría fomentar la dinamización del público de otras zonas por distintas vías:

- Inducir oferta de actividades en otras zonas de la Comunidad.
- Facilitar medios de transporte gratuitos desde la periferia de la Comunidad a las áreas de mayor oferta de actividades. Fomentar la implicación de las Casas de la Cultura y de los Ayuntamientos de Madrid provincia podría ser una baza a jugar.
- Por otro lado, también habría que pensar en una oferta más diversificada que atienda a un mayor número de tipos de ciudadanos, en particular se demandan actividades para niños de educación infantil y primaria.
- También parece ser conveniente que aquellas instituciones que durante el curso escolar organicen actividades para el público escolar, se dirijan preferentemente en la Semana de la Ciencia, a la ciudadanía en general.

12.4. Mejorar guía. Introducir un índice temático en la guía y precisar algunos detalles importantes de las actividades, como el tipo de destinatarios, o plano de acceso, destacan entre otras muchas sugerencias respecto a la misma. En cualquier caso, es necesario, concienciar aún más a las instituciones participantes para que se responsabilicen de distribuir la guía y de comunicar a las personas que hayan hecho la reserva, en caso de cambios de horario, fecha o anulaciones, con la debida antelación, dichos sucesos.

12.5. Hacer partícipes a los medios de radiotelevisión. El reto más importante para el Programa de Cultura Científica es su impacto en los medios de radio y televisión, aún más, la implicación y participa-

ción de los mismos en a Semana de la Ciencia. Falta esa caja de resonancia que no sólo difunda los actos de la Semana, sino que también se constituya en foro de retransmisión de actividades, o incluso de realización de actividades específicas: mesas redondas, debates, etc.





# Imagen pública e intereses privados

*José Manuel Sánchez Ron*

Los procesos de transmisión de la ciencia a la sociedad son, sin duda alguna, muy diversos. Nos referimos continuamente, por ejemplo, al papel que desempeñan los medios de comunicación en tal transmisión, y en consecuencia a la importancia de los periodistas, pero no siempre se presta la suficiente atención a los propios científicos, a en qué medida sus propios intereses afectan a la presentación que se hace de la ciencia contemporánea a la ciudadanía. Es este punto el que yo pretendo abordar aquí. Explorar, en particular, algunas de las motivaciones que subyacen detrás de las manifestaciones que realizan a los medios públicos los científicos, un número significativo de ellos al menos; sus motivaciones, la fiabilidad que cabe adjudicarles y los efectos que pueden tener en la sociedad.

## **Luchando contra el mito de Frankenstein: una imagen esperanzadora de la ciencia**

Cualquier estudio acerca de la percepción social de la ciencia debe tener en cuenta que en amplios sectores de la sociedad la imagen del conocimiento científico no es excesivamente positiva. Como historiador de la ciencia y ensayista sobre temas científicos, estoy acostumbrado a escuchar preguntas (que parecen muchas veces requisitorias) acerca de los males asociados al conocimiento científico. El «mito de Frankenstein», las consecuencias funestas a las que puede conducir el afán investigador, se encuentra más extendido de lo que suponemos. La ciencia del siglo XX, el Siglo de la Ciencia para algunos, entre los que me encuentro (ver en este sentido mi libro, titulado, precisamente, *El Siglo de la Ciencia*, [2000]), con la guerra química durante la Pri-

mera Guerra Mundial (guerra química resucitada en los últimos tiempos, como bien sabemos), y la energía nuclear, especialmente la asociada a armamento atómico, pero también a la producción de energía para usos pacíficos (centrales nucleares), tampoco ayudó para que esas personas, para que esas legiones de personas no contemplan la ciencia con suspicacia sino con temor. Poco importa que ese mismo siglo alumbrase descubrimientos científicos como el de los antibióticos, con la penicilina a la cabeza, desarrollos espectaculares en los medios de transmisión de información o la mejora de la salud pública, desde el control de alimentos, en el que los avances en la química han desempeñado un papel central, hasta tratamientos tan radicales como los trasplantes. Fue a mediados de ese siglo, el siglo pasado, no lo olvidemos, cuando Charles Snow introdujo el concepto de las «dos culturas», concepto que por mucho que nos moleste a algunos, que pensamos que la ciencia es, obviamente, parte de la cultura, y parte muy importante, aún se discute, lo que quiere decir que mantiene algún tipo de vigencia.

Por otra parte, tenemos que, como consecuencia inevitable del cada vez mayor desarrollo que ha experimentado la ciencia a lo largo del siglo XX, los gastos necesarios para mantener importantes áreas de la investigación científica han llegado a alcanzar magnitudes abrumadoras. La *Big Science*, la *Gran Ciencia*, como se la denomina, es muy cara, y por ello los científicos se han visto obligados a salir a la palestra pública para intentar obtener los cuantiosos recursos que necesitan. Se han visto, en definitiva, obligados a penetrar en los procelosos dominios de la política, la industria y la publicidad.

## Ciencia e industria

No se trata sólo, además, el que se necesiten enormes recursos en numerosos ámbitos de la cada vez más exigente y refinada investigación científica: también está el que la ciencia puede suministrar riqueza a los propios investigadores.

El ejemplo, al que aludí, del almacenamiento, manipulación y transmisión de información utilizando medios electrónicos es un buen primer ejemplo en este sentido. Semejante conjunto de desarro-

llos constituyó, de hecho, la gran revolución social de la segunda mitad del siglo XX. Transistores, ordenadores, *chips*, fibras ópticas, Internet y un sinnúmero de artilugios electrónicos cambiaron, literalmente, el mundo; el mundo de las relaciones entre humanos y sociedades, y el mundo de los negocios. No es extraño, en consecuencia, que los profesionales que dominaban las habilidades necesarias para producir o desarrollar tales artilugios se convirtieran en objetivos atractivos de los poderes políticos y económicos. El hecho de que fuese en los laboratorios Bell, estrictamente los «Bell Telephone Laboratories», creados como una compañía subsidiaria de AT&T (American Telephone and Telegraph) y Western Electric (en la actualidad, los laboratorios Bell dependen de Lucent Technologies), en donde tres físicos, John Bardeen, Walter Brattain y William Shockley, descubrieron, en diciembre de 1947, el transistor, un elemento absolutamente revolucionario, que transformó la industria de las comunicaciones, es significativo.

Pronto las posibilidades que abría el transistor y materiales semiconductores como el silicio y el arseniuro de galio, se hicieron evidentes. Para compañías emprendedoras, por supuesto, pero también para científicos, que, inmersos en un mundo en el que el dinero y los negocios representaban un valor no sólo material sino cultural, se decidieron —algunos al menos— a traspasar las fronteras del mundo universitario, de, como a veces se dice, la «academia», de una manera mucho más radical que cuando aceptaron trabajar para laboratorios industriales como podían ser los Bell, Philips o Westinghouse: esto es, convirtiéndose ellos mismos en empresarios. Tal fue el origen del célebre Silicon Valley (Valle del Silicio), situado al sudeste de San Francisco, en cuya constitución desempeñaron papeles centrales Frederick Terman, catedrático y director de la Escuela de Ingeniería de la cercana Universidad de Stanford, y William Shockley, que abandonó los laboratorios Bell de New Jersey, buscando horizontes más lucrativos (en 1955 fundó, en lo que entonces era simplemente los alrededores de la bahía de San Francisco, su propia compañía, el «Shockley Semiconductor Laboratory»). Como es bien sabido, el crecimiento, durante las décadas de 1960 y 1970, de Silicon Valley fue extraordinario, pero no es explorar ese crecimiento lo que me interesa en la presente ocasión, sino resaltar el papel simbólico y ejemplificador que desempeñó en la configuración de una «nueva alianza» entre ciencia

e industria. Una alianza que creó, y a su vez se vio reforzada, lo que denominamos «mundo digital», del que forman parte «estructuras» y medios tan importantes y penetrantes como Internet.

En este mundo los científicos tienen, continúan teniendo, un lugar, pero en el camino algo ha cambiado, no en todos los casos por supuesto, pero sí con frecuencia. Me estoy refiriendo a un hecho que debe ser resaltado: la creciente interconexión entre ciencia y tecnología, un fenómeno, en lo que a su intensidad se refiere, probablemente desconocido antes en el mundo de la ciencia, que ha dado lugar a un nuevo término, el de «tecnociencia». Para una nueva alianza entre ciencia e industria, ¿qué mejor que una tecnociencia?

## El caso de Craig Venter

En la actualidad vivimos inmersos en una revolución científica, la de la biología molecular y ciencias biomédicas, ¿no sería, por consiguiente, lógico esperar encontrarnos en ella también con fenómenos del tipo anterior, socioeconómicos, análogos a los que se produjeron al hilo de la revolución que tuvo lugar gracias a la física cuántica? No sólo sería razonable, sino que ya están entre nosotros. Con intensidad creciente, las aplicaciones de la investigación biomolecular se están abriendo camino, modificando en su marcha relaciones otrora tradicionales entre ciencia y científicos, por un lado, e industria y «academia», por otro. Es, insisto en este punto, la repetición, o manifestación en un dominio científico diferente, de lo que acabamos de ver con relación a la electrónica y física de los materiales. La industria, la poderosísima y multinacional industria médico-farmacéutica, no podía dejar de reaccionar ante las nuevas posibilidades mercantiles que esa ciencia parece permitir; ni los científicos, algunos al menos, dejar de intentar beneficiarse lo más rápida y directamente posible de los frutos prácticos de sus investigaciones.

Los ejemplos en este mundo son tan numerosos que uno duda cuál elegir, aunque el de Craig Venter es, por razones obvias, bastante adecuado.

Licenciado en bioquímica y doctorado en fisiología y farmacología en 1975 por la Universidad de California, en San Diego, Venter

trabajó a principios de los noventa para los Institutos Nacionales de la Salud (NIH, National Institutes of Health) de Estados Unidos, que controlan el Proyecto Genoma Humano, realizando importantes contribuciones al desciframiento de genes. Tuvo, no obstante, un conflicto con sus patrones con respecto a la decisión de los NIH de patentar una secuencia parcial de genes que él había identificado, y dimitió, fundando en 1992, en Rockville (Maryland), un Institute for Genomic Research (Instituto para la Investigación Genómica), que no buscaba beneficios, y al que una corporación sanitaria, HealthCare Management Investment Corp., aportó 70 millones de dólares de capital. Allí, Venter desarrolló una técnica pionera para identificar genes en cadenas de ADN, una técnica (denominada *shotgun*) completamente diferente a la que se estaba utilizando en el Proyecto Genoma Humano (mientras que éste buscaba identificar un gen cada vez, el método de Venter rompía el genoma en millones de fragmentos que se solapan, leyendo máquinas las secuencias, para finalmente con poderosos computadores reunir los datos en un secuencia completa de genoma). Con su método (diez veces más barato que el empleado por el proyecto público, y más rápido), Venter secuenció el genoma de una bacteria, *Hemophilus influenzae*, que produce, entre otras enfermedades, meningitis y sordera. Fue el primer genoma completo de un organismo vivo «cartografiado» en la historia (los resultados fueron publicados en 1995).

Tras una relación con otra compañía, Human Genome Sciences, que terminó en 1997, después de haber invertido 37 millones de dólares, en 1998 Venter, que entonces tenía 54 años, anunció su intención de determinar la secuencia del genoma humano, lo que, evidentemente, implicaba competir con el proyecto público. Para alcanzar tal fin, en junio de 1998 constituyó, aliándose con Applera Corporation, una compañía, que esta vez sí que buscaba beneficios: Celera Genomics, en la que él era al mismo tiempo presidente y principal oficial científico.

El primer proyecto que Celera afrontó fue la secuenciación del genoma de la mosca *Drosophila melanogaster*, cuyo sistema nervioso central tiene muchos genes en común con el de los humanos. Era obvio que se trataba de un ensayo para enfrentarse al genoma humano. Los resultados de aquel primer proyecto de Celera fueron publicados en *Science* el 24 de marzo de 2000, en un artículo con 240 investigado-

res de todo el mundo figurando como autores. El número de genes que encontraron en la secuencia (que Venter consideraba de una precisión del 99,9 por ciento) era 14.000.

Por entonces, y haciendo honor a la raíz latina de su nombre (*celera*), la compañía dirigida por Venter ya estaba firmemente implicada en la secuenciación del genoma humano. De hecho, tres meses más tarde, el 26 de junio, Venter, en su calidad de presidente de Celera Genomics, y Francis Collins, desde abril de 1993 director del Proyecto Genoma Humano, realizaron un primer anuncio conjunto manifestando que habían completado la secuenciación del genoma humano. A pesar de lo grandilocuente de la declaración, en la que estuvieron presentes el presidente Bill Clinton y el primer ministro británico Tony Blair, aún quedaba bastante que hacer. No se había, por ejemplo, dicho nada sobre cuántos genes forman el genoma humano. El 11 de febrero de 2001 se remediaba tal carencia, anunciándose que el ser humano tiene unos 30.000 genes, frente al número de alrededor de 100.000 que se llevaba suponiendo desde hacía años. El 15 de febrero, el consorcio público presentaba sus resultados en *Nature*, mientras que Celera lo hacía un día después en *Science*.

Hasta aquí los hechos «científicos», presentados concisamente. Pero es evidente que esta historia no se puede reducir únicamente a «hechos científicos». Hay más, mucho más. Y de entre todo ese «mucho más», en una ocasión como la presente hay que resaltar que, como no podía ser de otra manera, desde el principio se hizo obvio el problema que significaba el que Celera, una empresa privada, quisiese rentabilizar sus inversiones. Mientras que cualquier persona interesada tiene acceso libre a los datos obtenidos por el Proyecto Genoma Humano, no es así con los de Celera: la comunidad científica puede, en principio, acceder libremente a sus datos de segmentos del genoma con menos de un millón de bases, y debe pedir permiso o pagar para trozos mayores, comprometiéndose a no comercializar la información recibida, una condición desigual, ya que Celera se ha beneficiado desde el principio de la información puesta en circulación por el consorcio público internacional.

El trasfondo de todo es, naturalmente, estar en la mejor situación posible para conseguir patentes. Ya en 2000, Celera había completado la solicitud de cerca de 7.000 patentes provisionales, esto es, manifestado que había realizado un descubrimiento y que pretendía realizar

una solicitud formal de patente en el plazo de un año. Su propósito era, según Venter, seleccionar entre cien y trescientos genes que cumplan el requisito de utilidad comercial y patentarlos. Y en este punto llegamos a lo que verdaderamente es relevante para el tema objeto de este libro.

Que un científico, un científico sobresaliente además, defienda intereses privados, que «violente» la imagen tradicional de la ciencia, la imagen que la cultura popular todavía mantiene, una imagen en la que los científicos generan conocimientos que pasan más o menos inmediatamente a la libre disposición de todo el mundo —«el conocimiento no tiene fronteras», según esta visión—, es algo no demasiado bien visto, y no sólo no demasiado bien visto sino que puede encontrar obstáculos, especialmente en casos de colaboración entre «empresa privada» e «instituciones públicas». Ello obliga a que los científicos penetren en escenarios de los que antes estaban alejados; escenarios en los que se debate lo que es aceptable y lo que no lo es en el dominio de las relaciones entre investigación y logros científicos y sociedad. Esto es lo que sucedió con Craig Venter. Así, en una audiencia pública celebrada el 6 de abril de 2000 en el Congreso de los Estados Unidos, Venter advertía sobre los peligros que implicaría, como solicitaban algunos, modificar la legislación de patentes para genes <sup>1</sup>: «Cambios en la ley de patentes deben ser considerados en el contexto de los efectos que tendrán en los esfuerzos que realizan las compañías farmacéuticas para descubrir nuevos fármacos». Era necesario, añadía, proteger a empresas, cada una de las cuales se enfrentaba a un gasto de entre 300 y 800 millones de dólares cada vez que tenía que intentar superar los procedimientos exigidos por la Food & Drug Administration (Agencia de Alimentación y Medicamentos) para aprobar un nuevo medicamento. Un año después, el 11 de julio de 2001, en otra comparencia ante el Congreso, Venter se adjudicaba (probablemente sin exagerar) una representación mucho más amplia que su propia compañía comercial: «Estoy testificando en representación de la Organización de la Industria Biotecnológica [BIO; Biotechnological Industry Organization], que representa a casi 1.000 compañías biotecnológicas, instituciones académicas, centros bio-

---

<sup>1</sup> El texto de la intervención de Craig Venter se puede consultar en el siguiente lugar de la Red: <http://www.businessweek.com/bwdaily/dnflash/apr2000/nf00407e.htm>.

tecnológicos estatales y organizaciones relacionadas en todos los 50 estados de Estados Unidos y otras 33 naciones. Los miembros de BIO están implicados en la investigación y desarrollo de productos biotecnológicos para el mantenimiento de la salud, agricultura, industria y medio ambiente». <sup>2</sup> El público, añadía, «debe tener confianza de que podrán beneficiarse de todos estos desarrollos tecnológicos sin temer que la información obtenida de esta manera sea usada en contra de ellos... En la actualidad, 117 productos biotecnológicos han ayudado a 250 millones de personas de todo el mundo. Otros 350 medicamentos dirigidos a combatir más de 250 enfermedades se encuentran en su última fase de desarrollo. Estos productos se dirigen a necesidades médicas hasta el momento sin resolver... La ansiedad del público podría limitar su potencial. BIO ha apoyado desde hace mucho la legislación federal que asegurará que la información médica individual de una persona, incluyendo información genética, no será mal utilizada. Consecuentemente, BIO apoya la legislación cuidadosamente elaborada que prohíbe la discriminación en seguros de salud basada en información genética».

Vemos como Venter se afanaba en asegurar que el público no debía temer nada de las compañías biotecnológicas y farmacéuticas que pretendían asegurarse los derechos de todo tipo de patentes genéticas. Es natural que se esforzase en tal sentido: el mundo de las patentes de genes y secuencias genéticas tiene una historia muy breve, estando casi todo por hacer y decidir. En 1987, la Oficina de Patentes (*Patent and Trademark Office*; PTO) de Estados Unidos concedió el derecho a patentar animales transgénicos, esto es, creados por ingeniería genética, y en 1995, la Corte de Recursos de ese mismo país declaró que eran patentables secuencias de nucleótidos parcialmente publicadas. Basándose en esta legislación, en octubre de 1998 la PTO concedió la primera patente de una secuencia de ADN —incluyendo genes— a favor de InCyte Pharmaceuticals Inc. En 2000, el número que la Oficina de Patentes estadounidense concedió a este tipo de secuencias alcanzaba los 2.000.

---

<sup>2</sup> Ver, <http://energycommerce.house.gov/107/hearings/07112001Hearing322/Venter520.htm>.



## Percepción pública

Legítimas como son, las manifestaciones de Venter, y las de tantos otros científicos implicados en el mundo industrial, deben ser valoradas por el público teniendo en cuenta que se ven influidas por sus (legítimos, insisto) intereses. La imagen pública de la ciencia que defienden en sus intervenciones no es una imagen independiente, libre de intereses. Tenemos, además, que las intervenciones de estos científicos son fiel y rápidamente recogidas y transmitidas por los medios de difusión, cada vez por más medios de difusión. Y como esos medios constituyen el principal mecanismo que el público tiene para acceder al mundo de la ciencia, es preciso que sus lectores, los consumidores de toda esa información, la inmensa mayoría de ellos legos no sólo en conocimientos científicos, sino también en cuáles son los mecanismos que utiliza en la actualidad la ciencia, la investigación científica y los científicos, dispongan de algún tipo de protección.

De protección, sí, porque en tales medios, especialmente en los periódicos, aunque también en la televisión y en la radio, medios en los que cada vez es mayor el número de noticias científicas que se publican, nos encontramos que con gran frecuencia esas noticias se refieren a un avance que, sostiene el científico en cuestión, reportará en un plazo breve tal o cual beneficio práctico a la sociedad, incluso a la humanidad. Tales avances normalmente tienen en la actualidad como protagonistas a las ciencias biomédicas, pero no es infrecuente hallarlos también en dominios como la física y química relacionadas con procesos energéticos, en la electrónica, computación o ciencia de los materiales. El problema, sin embargo, es que pasa el tiempo y las promesas no se cumplen. Y no se cumplen no necesariamente porque sea imposible lograr los avances anunciados, sino porque la investigación científica tiene un *tempo* determinado, más pausado que acelerado, incluso en épocas de gran creatividad como la presente.

Como decía, la proliferación de promesas de resultados especialmente relevantes para la humanidad es particularmente abundante en el dominio biomédico. Los motivos son fácilmente comprensibles, pero no menos fáciles de entender son los riesgos que ello conlleva. Si se abren las puertas a la esperanza en temas como el Alzheimer, la fi-

brosis quística, los infartos, el cáncer, y un largo etcétera, las decepciones que se pueden producir cuando los remedios a problemas que ya están aquí, problemas dramáticos para quienes los sufren, serán enormes, y la imagen de la ciencia sufrirá con ello, poco o mucho, seguramente para los menos informados (que son la mayoría) mucho. Se sentirán estafados.

El Programa Genoma Humano constituye un buen ejemplo de este «problema» (estoy tentado de decir, «perversión») de la ciencia. En prácticamente todas sus presentaciones se resaltaba que de sus resultados la humanidad ganaría un inmenso caudal de conocimientos que incidirán en la mejora de la salud pública, acaso incluso de la propia condición humana. No es que esto sea mentira, pero sí es cierto que no se solían, ni suelen —aunque ahora, cumplida la primera fase, algo más—, introducir los matices necesarios. Matices que los científicos no deberían ignorar: que pueden pasar generaciones antes de que esos prometidos beneficios repercutan directa y frecuentemente en la humanidad.

Defender el valor de la ciencia, la necesidad de que se la apoye, sí, pero con precaución, sin hacer promesas fáciles y un tanto demagógicas que puedan repercutir, especialmente en los no convencidos, en contra de esa misma ciencia.

## **La historia de la ciencia como instrumento para una difusión social equilibrada de la ciencia**

¿Cómo evitar semejantes abusos, o paliar sus efectos? Suministrando, claro, una información adecuada a la sociedad. Una información, como vengo señalando, que enseñe cual es la dinámica real de la ciencia contemporánea, que la muestre como una práctica y no sólo como un conjunto de conocimientos. Y en este punto aparece la historia de la ciencia.

Abundan los estudios de historia de la ciencia que los legos en materias científicas pueden leer y entender; estudios de los cuales obtienen conocimientos que les sirven para acceder al mundo científico que les estaba vedado si se acercaban a él a través de los trabajos de los

propios científicos, de los, sin duda, auténticos protagonistas de la empresa científica. En este sentido, la historia de la ciencia sin ser divulgación, cumple con funciones de divulgación científica. Es cierto que las obras de historia de la ciencia no están pensadas como textos de divulgación científica, en la medida en que lo que éstos pretenden es simplemente —pero también, nada más y nada menos— explicar alguna aportación científica, independientemente en principio del contexto en el que surgió, pero aun así, como digo, y en la medida en que la exposición histórica tiene mucho de narración literaria, pueden realizar también funciones de «divulgación científica». Tal vez por ello no es infrecuente que muchos lectores consideren a obras de historia de la ciencia o a historiadores de la ciencia como libros de divulgación o divulgadores, respectivamente, con el (incorrecto) argumento de que «entienden lo que se dice en esas obras».

No importa, sin embargo (salvo en lo que pueda afectar al estatus profesional del historiador de la ciencia en cuestión), cómo se considere a esas obras, lo importante es que cumplen una doble función, una pretendida y otra impensada: contribuyen a la historia de la ciencia como disciplina y a la difusión de la ciencia en la sociedad.

Por supuesto, lo normal es que las obras de historia de la ciencia que cumplen esa doble función traten de aspectos «externalistas» de la ciencia, como pueden ser los procedimientos y mecanismos que subyacen en la práctica científica, las biografías de científicos o historias de instituciones, que son, precisamente, los que mejor pueden ayudar a evitar las deformaciones en la imagen social de la ciencia que, provocadas por las propias presentaciones de científicos, he expuesto antes. Algunos ejemplos concretos de ese tipo de textos de historia de la ciencia pueden ser de utilidad.

En cuanto a los procedimientos y mecanismos, ¿por qué no citar el clásico de Thomas S. Kuhn, *La estructura de las revoluciones científicas* (1962), en el que la historia de la ciencia constituye el soporte que apoya y justifica las tesis de Kuhn sobre lo que es realmente la ciencia (paradigmas, ciencia normal y extraordinaria, etc.)? Y también muchos otros textos: como *Cultura en Weimar, causalidad y teoría cuántica, 1918-1927. Adaptación de los físicos y matemáticos alemanes a un ambiente intelectual hostil* (1971), de Paul Forman, en donde se explica cómo muchos físicos alemanes se «acomodaron» a las tesis neorrománticas que tras el término de la Primera Guerra Mundial prolifera-

ron en Alemania, y de las que *La decadencia de Occidente* de Oswald Spengler es representativa, y que miraban con recelo a la lógica y causalidad defendida por la racionalidad científica; *Freud, el genio y sus sombras* (2001), de Louis Breger, que se esfuerza en revelar algunas de las falsedades que Freud utilizó en la defensa de su edificio psicoanalítico; yo mismo me he esforzado en explicar los mecanismos más «ocultos» de la ciencia en dos libros; uno perteneciente sin ninguna duda al género de la historia de la ciencia, *El poder de la ciencia* (1992), y otro, *Los mundos de la ciencia* (2002), que yo considero pertenece al género de ensayo, pero que utiliza la historia de la ciencia. Por último querría mencionar un libro, *Science, Money, and Politics* (2001), del periodista Daniel S. Greenberg, que merece algún comentario más detallado. Aunque sea la obra de un periodista, es, asimismo, una magnífica aportación a la historia y sociología de la ciencia.

Greenberg estudia en su libro algunas de las opiniones que muchos científicos han utilizado para reclamar un mayor apoyo económico. Y lo hace insertando su análisis en una excelente reconstrucción de la historia de la política científica —y de las principales instituciones federales, académicas y profesionales existentes— en Estados Unidos posterior a 1945. Entre los numerosos ejemplos que aborda, aparece el de las dificultades que tuvieron los científicos estadounidenses durante la presidencia de Richard Nixon. A pesar de todas esas dificultades, no obstante los sentimientos y actuaciones del Presidente, durante el mandato de Nixon el gasto federal en I + D continuó aumentando: de 14.900 a 18.000 millones de dólares. Y es que, como Greenberg demuestra a lo largo de su libro con una transparencia y abundancia de datos abrumadora, una de las características más notables de la política científica estadounidense de la segunda mitad del siglo XX ha sido el aumento constante en la financiación pública a la ciencia, independientemente de las políticas sociales, militares y económicas sostenidas por los diferentes presidentes, Congresos y Senados. Es cierto que se pueden encontrar diferencias significativas —Kennedy promoviendo el proyecto Apolo, destinado a lograr que los humanos llegasen a la Luna, Reagan anunciando en marzo de 1983 el proyecto de la Iniciativa de Defensa Estratégica, un programa tecnológico potencialmente muchísimo mayor que el Proyecto Manhattan (el presupuesto fue evaluado en 15.000 millones de dólares para el período 1985-1989), Clinton con su énfasis inicial en

la tecnología y en la salud pública—, pero el resultado global, continuo, ha sido el del aumento de la financiación federal para la investigación científica. Incluso en los peores tiempos, cuando los republicanos dominaron el Congreso y Newt Gingrich, desde 1995 beligerante portavoz de la Cámara (*House speaker*) e inspirador de la denominada «Revolución Republicana», lanzó una furibunda campaña encaminada a disminuir los gastos del gobierno federal, los científicos incluidos, siguiendo la frecuente consigna conservadora de que todo irá mejor si el mercado, la iniciativa privada, cuida de sí mismo, y no el Estado («Mantenemos un déficit», manifestaba en 1995, «porque nos hemos convertido en un inmenso Estado del bienestar con masivas transferencias de pagos y una enorme burocracia centralizada»); incluso en aquellos tiempos, digo, y con la investigación científica financiada con fondos públicos en el ojo inquisidor de Gingrich, la ciencia y los científicos finalmente continuaron prosperando. Y es que la ciencia posee un extraordinario poder de supervivencia, de resistencia ante coyunturas adversas: ¿qué diferencia entre el Gingrich que en 1995 manifestaba que «los hermanos Wright, con un experimento ajeno al Gobierno, tuvieron éxito allí donde [Samuel] Langley [el investigador que hizo avanzar las fronteras de los principios de la aerodinámica] estrellaba en el Potomac un avión catapultado por un motor construido en el Smithsonian» (con lo que, obviamente, implicaba que lo importante era la tecnología —más bien, la invención más o menos empírica— y no la ciencia), y el Gingrich que en 1999, ya fuera del Congreso, urgía más fondos para la ciencia: «La mayor prioridad para inversión en Washington debería ser doblar el presupuesto federal para investigación científica. Ningún otro gasto federal crearía más empleos y riqueza o haría más por reforzar nuestro liderazgo, proteger el medio ambiente y mejorar la salud y educación de todos los americanos... Doblar el presupuesto de los Institutos Nacionales de Salud representaría un buen comienzo».

Lo curioso —o no—, y aquí enlazo directamente con el tema fundamental del presente ensayo, es que a pesar de lo bien que le ha ido a la ciencia estadounidense en lo que al mecenazgo federal se refiere, los científicos, y a la cabeza de ellos sus líderes, no han dejado de quejarse, de hacer públicas sus lamentaciones de que la falta de atención gubernamental, la (supuesta) disminución de recursos, la ignorancia del público en materias científicas o la confianza que el final de la

Guerra Fría y la desaparición de la Unión Soviética producía, con el (también supuesto) subsiguiente debilitamiento de programas militares de I + D, estaba llevando a la ciencia estadounidense a una crisis, a perder su posición de liderazgo.

Los ejemplos que en este sentido ofrece Greenberg son tan numerosos como espectaculares, involucrando a algunos de los grandes nombres de la ciencia estadounidense. A modo de muestra, recordemos alguno. Como el del premio Nobel de Física Leon Lederman, que en 1991, siendo presidente de la American Association for the Advancement of Science, escribía en la revista *Physics Today*, órgano de la American Physical Society, que «nuestra actual capacidad de investigación es únicamente un tercio de lo que era a finales de la década de 1960, una Edad de Oro de los que nuestra nación todavía se beneficia». Sin embargo, cuando se baja al terreno de los hechos la situación que pintaba Lederman aparece de forma un tanto diferente: en 1973, el número total de artículos producidos por estadounidenses en los principales campos de la ciencia y la medicina sumaban 103.778, mientras que en 1991, el mismo año en que se producían los lamentos del premio Nobel, el número fue de 142.334 (incluso en la física, la disciplina de Lederman, las cifras no encajaban: 14.474 en 1981, 22.670 en 1995). Otro indicador: en dólares actuales, el gasto total para investigación en universidades aumentó, sin excepción, tanto en épocas de bonanza económica como en las de crisis, de 235 millones de dólares en 1953 a 26.300 en 1998, con el Gobierno Federal aportando, respectivamente, 149 y 15.500 millones a esas cantidades. Y no hay que olvidar tampoco que el trato dado a la investigación científica en Estados Unidos contrasta con el manifestado con otros sectores de la gran metrópolis norteamericana de la ciencia y la tecnología: entre 1989 y 1994, por ejemplo, el número de empleados en la industria aeroespacial disminuyó un 32 por ciento (esto es, se perdieron 471.000 empleos). En cuanto a la idea de que sólo estímulos como el de tener enfrente a un enemigo político y militar animaban al Gobierno a seguir reforzando la inversión pública en investigación y desarrollo, sucede que los esfuerzos económicos por parte del Gobierno Federal continuaron aumentando a pesar del fin de la Guerra Fría y de la desaparición de la Unión Soviética: entre 1970 y 1989, el apoyo federal a la investigación básica «académica» (mayoritariamente universitaria) creció a un ritmo del 2,6 por ciento anual, y un 3,1 por ciento anual a partir de 1989, en plena descomposición del poder soviético.

¡Ah!, y qué se puede decir sobre el argumento de que la ignorancia del público sobre la ciencia la perjudica. Pues que no existe, como Greenberg se esfuerza en demostrar, ninguna evidencia de relación, positiva o negativa, entre la comprensión pública de la ciencia y el apoyo social a ella, esto es, el suministro de fondos públicos para la investigación. Si así fuera, no se entendería, por ejemplo, la gran diferencia que existe entre la ciencia estadounidense y la de otros muchos países (España incluida), puesto que esa diferencia no se corresponde con la variación entre la percepción pública de la ciencia por las respectivas ciudadanías. De hecho, lo que realmente sucede es que, en general y aunque se produzcan manifestaciones críticas —y desde luego en Estados Unidos—, la actividad científica y sus profesionales, los científicos, gozan de un gran prestigio social, aunque a veces ese prestigio se mezcle, como ya mencioné, con recelo.

### **Clásicos de la historia de la ciencia y difusión pública de la ciencia**

Y puesto que estoy hablando de textos de historia de la ciencia, vayamos un poco más allá del uso de la historia de la ciencia al que me acabo de referir, pasando a otras posibles utilidades en favor de una percepción pública de la ciencia más extendida. Una utilización que tiene a los «clásicos de la ciencia» como protagonistas.

En principio, esas obras fueron aportaciones sobresalientes, si no revolucionarias, a la propia ciencia; objeto pues de la historia y no historia de la ciencia ellas mismas. Pero con el paso del tiempo el estatus de esas obras se ha ido modificando, incorporándose al cuerpo establecido de conocimientos aceptados o superados, pero que se mantienen, por una razón u otra, en la memoria histórica. Ocurre que en algunos casos el historiador puede y debe ayudar a recuperarlas como instrumentos magníficos, singulares, para que un público general se acerque a la ciencia, para que la comprenda o la aprecie mejor. Clásicos que pueden servir a este fin son, por ejemplo, los *Diálogos sobre los dos sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano* (1632), de Galileo Galilei. El arte narrativo de Galileo, su dominio del diálogo entre los tres protagonistas del libro, Sagredo, Salviati y Simplicio, la lógica que

constantemente preside las conversaciones que construye, y su habilidad para presentar los sistemas heliocéntrico y geocéntrico, todavía son hoy, casi cuatrocientos años después de la publicación de los *Diálogos* un poderoso y subyugador instrumento de introducción a la esencia de lo que es la ciencia.

*El origen de las especies* (1859) de Charles Darwin, es otra de esas obras. Se trata, como es bien sabido, de un libro que dio origen a una auténtica revolución científica. Sin embargo, a pesar de pertenecer a semejante exclusiva categoría, desde el principio fue (y continúa siendo) accesible para prácticamente todo tipo de lectores. Y ¿cuánto no habrá enseñado sobre la naturaleza, el mundo y sobre nosotros mismos ese libro histórico? Un libro, por cierto, cuya primera edición se agotó el mismo día en que salió a la venta. ¿Cómo fue esto posible? No porque las masas esperasen la teoría de la evolución de las especies darwiniana (de hecho, no sabían de ella), sino porque su autor era conocido gracias a los libros de viajes sobre expediciones científicas (sobre la que él mismo había llevado a cabo durante cinco años por todo el mundo a bordo del *Beagle*) que había publicado con anterioridad (1839-1843).

Por último, existen libros que fueron en su día obras de divulgación y que terminaron convirtiéndose en clásicos de la historia de la ciencia, pero que en la actualidad pueden desempeñar también la misma función de divulgación que he mencionado a propósito de clásicos del tipo de *El origen de las especies* o los *Diálogos*; que pueden, en definitiva, recuperar su carácter de obra de divulgación. Un ejemplo sobresaliente en este sentido es los *Diálogos sobre la pluralidad de los mundos* (1686) de Bernard le Bouyer de Fontenelle, el literato y secretario de la Academia de Ciencias de París, libro que en su tiempo logró un éxito extraordinario: en 1757 se había reeditado 33 veces, y traducido a varias lenguas. Las *Cartas filosóficas* (1734) de Voltaire y las *Cartas a una princesa alemana sobre diversos temas de física y filosofía* (tres volúmenes, 1768-1772), de Leonhard Euler, son otros ejemplos de obras de ese tipo, obras en estos dos casos que caminan a caballo entre la divulgación, la filosofía y la ciencia.

La Ilustración fue, por supuesto, un siglo especialmente propicio para obras de divulgación científica que se convertirían en clásicos de la ciencia utilizables hoy en la divulgación científica, pero también en el XIX es posible encontrar ejemplos: como el *Ensayo filosófico sobre*



*las probabilidades* (1814), de Pierre Simon de Laplace, o la *Historia química de una vela* (1860) de Michael Faraday, el texto de uno de los cursos que dictaba para públicos generales en la Royal Institution de Londres, y un libro que fue traducido a prácticamente todas las lenguas europeas. En cuanto al siglo XX, los ejemplos de libros de divulgación (o de ensayo) escritos por grandes científicos, libros que o bien se han convertido o que llevan camino de convertirse en clásicos de la literatura científica, y que pueden cumplir misiones de divulgación, son numerosísimos: Albert Einstein, Werner Heisenberg, Murray Gell-Mann, James Watson, Steven Weinberg, Stephen Jay Gould o Stephen Hawking son algunos de los autores de esos libros. El que hayan proliferado, y presumiblemente proliferen más en el futuro, no es sino una manifestación de al menos dos hechos: la necesidad que la sociedad tiene, y siente, de conocimiento científico y del deseo de los científicos de adquirir prestigio social, un prestigio del que pueden servirse de muy diversas formas.

La historia de la ciencia puede ser, por consiguiente, un poderoso y conveniente instrumento para la difusión pública de la ciencia, y sus profesionales, los historiadores de la ciencia, deberían asumir el reto que ello implica, sabiendo que de esta manera prestarán un valioso servicio a la sociedad.



# Ciencia, cultura y público: falsos problemas y cuestiones verdaderas

*Jean-Marc Lévy-Leblond*

A lo largo de las últimas décadas se han consagrado numerosos estudios y eruditas investigaciones, en todo el mundo occidental, a la evaluación de la cultura científica media de nuestros conciudadanos <sup>1</sup>. La tónica general de estos trabajos es más bien pesimista. Un resultado típico es, por ejemplo, que la mayoría de la gente no sabría decir si el Sol gira alrededor de la Tierra o si sucede al contrario. La mayor parte de estos estudios concluye deplorando este estado de cosas e insistiendo en la necesidad de llevar a cabo esfuerzos cada vez más decididos para «difundir la cultura científica», lo que, hasta la fecha, no ha pasado de las meras buenas intenciones. Hemos de reconocer, sin embargo, que otros trabajos más recientes y precisos <sup>2</sup>, que sitúan la evaluación del nivel de conocimientos en el marco de las actitudes relacionadas con la ciencia, llegan a conclusiones más calibradas, relativizando el catastrofismo reinante. En cualquier caso, y sin denegar de ninguna manera la realidad de la existencia de grandes lagunas entre el conocimiento común y el saber científico, creo que determinados presupuestos implícitos de la problemática subyacente en este diagnóstico de incultura científica pública merecen ser objeto de análisis.

La mayor parte de las discusiones acerca de este tema identifican al «público» cuya competencia científica se desea evaluar, con los

---

<sup>1</sup> Ver, por ejemplo: J. R. Durant, G. A. Evans & G. P. Thomas, «The Public Understanding of Science», *Nature*, 1989, 340: 11; J. N. Kapferer & B. Dubois, *Échec à la science*, Paris, Éditions rationalistes, 1981; *Sciences et Avenir*, 1985, hors-série 56 («Illusions au pays des lumières»); S. Huet & J.-P. Jouary, *Les Français sont-ils nuls?*, Paris, Jonas, 1989.

<sup>2</sup> Daniel Boy, «Les attitudes du public à l'égard de la science», in SOFRES, *L'état de l'opinion 2002*, dir. Olivier Duhamel & Philippe Méchet, Paris, Seuil, 2002, pp. 167-182.

profanos, es decir, los no-científicos. Dicho de otro modo, prevalece aún la dicotomía entre «sabios» e «ignorantes», que subyacía a todo el concepto de la vulgarización científica en el siglo XIX<sup>3</sup>. Sin embargo, ha llegado ya el momento de reconocer que la incultura científica afecta tanto a los científicos profesionales como a los no-científicos. En efecto, en el estado actual de ultraespecialización de la investigación científica, el nivel de ignorancia sobre un determinado ámbito es prácticamente igual de elevado en el seno de la colectividad científica, la mayoría de cuyos miembros trabaja en otros campos, que entre los profanos. Por lo tanto, no estamos hablando de un gran y único foso que separaría a los científicos de los no científicos, sino de una multitud de lagunas particulares que separan a los especialistas de los no especialistas dentro de cada dominio.

La ciencia no es una gran isla separada del continente de la cultura, sino un archipiélago salpicado de islotes, a veces más alejados los unos de los otros que del continente. Un experto en un campo determinado es un no-experto en casi todos los demás, y se encuentra por ello muy próximo al profano total desde el punto de vista de la cultura científica en general. Es cierto que cuando se somete a los científicos a las pruebas de cultura científica aplicadas habitualmente a los profanos, sus resultados globales son superiores; pero sería muy instructivo analizar sus respuestas a preguntas diversas relacionadas con su disciplina. Se puede ya observar que, según un sondeo reciente con metodología suficientemente precisa<sup>4</sup>, el nivel de conocimiento científico de los titulares de un diploma de enseñanza superior, más bien bueno, depende muy poco de la naturaleza de su formación, ya sea científica, literaria, jurídica o económica. El presente autor propone desde hace años a sus estudiantes un pequeño cuestionario de cultura científica que podrán encontrar en el anexo. Ya se trate de estudiantes con nivel de diplomado, licenciado, o incluso con estudios superiores especializados, los resultados suelen ser catastróficos: muchos tienen a Galileo por un sabio de la antigüedad, creen que la vacunación fue inventada por Pasteur, ignoran la naturaleza de la ecografía, subestiman en una relación de 10 a 100 el número de investigadores o el presupuesto dedicado a la investigación en un país

---

<sup>3</sup> J. Jacques & D. Raichvarg, *Savants et ignorants (une histoire de la vulgarisation des sciences)*, Paris, Seuil, 1991.

<sup>4</sup> Daniel Boy, *ibid.*

desarrollado, etc. Y el nivel no es mucho mejor entre los estudiantes de ciencias que entre los de letras y humanidades.

Pero si los científicos no son expertos cultivados, tampoco los no-científicos son no-expertos incultos. Cualquier miembro activo de una sociedad tecno-científica como la nuestra está destinado a desarrollar un nivel de conocimiento elevado y plural. La mayor parte de la gente posee conocimientos muy complejos en ámbitos diversos, aun no estando siempre socialmente reconocidos. Estos ámbitos no son necesariamente científicos en el sentido estricto del término, pero a menudo se refieren a conocimientos muy elaborados y altamente tecnificados (la conducción de automóviles, la cocina, el bricolaje, la costura, la economía doméstica, numerosos deportes modernos, por no hablar de las relaciones sociales, ofrecen abundantes ejemplos). Y estas competencias requieren a menudo un dominio contextual y una amplitud de miras en general superiores a los requeridos por los conocimientos científicos (cuya agudeza intrínseca procede con frecuencia de la posibilidad de aislar y restringir el campo).

Consideremos un caso típico del cual se ha denunciado y deplorado a menudo la ignorancia pública: el campo de la industria nuclear y de los problemas de salud y seguridad que plantea. Una (ilusoria) comprensión global de estos problemas requeriría ciertamente unos buenos conocimientos de física nuclear, pero también, si no más, de ingeniería electrotécnica, fontanería, canalizaciones, radiobiología, organización del trabajo, economía energética, etc.; es decir, dominios ampliamente desvinculados y, en muchos casos, no estrictamente científicos. En consecuencia, los científicos, e incluso los físicos, no son mucho más aptos que los profanos para encarar la difícil problemática de la tecnología nuclear. De hecho, no existe ninguna matriz individual posible de situaciones que, por su propia naturaleza, se planteen en el nivel de una gran colectividad humana<sup>5</sup>. El conocimiento general no deja de ser, en este campo, una entelequia.

No puede darse una evaluación correcta de la cultura científica pública si no se empieza considerando, aparte de la naturaleza limita-

---

<sup>5</sup> Por ello, en vez de limitarnos a temer los riesgos inherentes a este tipo de situaciones, cabría preguntarse también sobre la (relativa) debilidad de estos riesgos: ¿cómo se comprende que una central nuclear o un avión de gran tonelaje, dispositivos que nadie domina verdaderamente, puedan ser tan poco peligrosos? Cf. Jean-Marc Lévy-Leblond, «Complexités et perplexités», in *L'esprit de sel (science, culture, politique)*, París, Seuil, 1996, pp. 263-271.

da y especializada del conocimiento científico, su carácter relativo. Un enunciado científico no puede ser cierto o falso, sino únicamente cierto *si...*, o falso *pero...* La ciencia no produce verdades absolutas y universales; más bien, proporciona enunciados condicionales, y su fuerza proviene precisamente de su capacidad para definir sus condiciones de validez <sup>6</sup>. Un teorema matemático será cierto *si* se explicitan determinadas hipótesis (por ejemplo, el teorema de Pitágoras es válido para un espacio euclidiano plano, pero no para una superficie curva); una ley física podrá aplicarse *si* se cumplen determinadas condiciones (por ejemplo, la ley de Galileo que afirma que las alturas de caída aumentan con el cuadrado del tiempo, sólo es válida si despreciamos la resistencia del aire). Retomando el sempiterno ejemplo de la Tierra y el Sol, para contestar a la pregunta «¿cuál de los dos gira en torno al otro?», como físico, sólo podré ofrecer una respuesta sin ambigüedad si se me especifica el sistema de referencia que estamos considerando, puesto que el Sol, visto desde la Tierra, ¡gira alrededor de ella! Y afirmar la seriedad de tal respuesta no es una argucia provocadora: los sofisticadísimos cálculos de las trayectorias seguidas por nuestras sondas espaciales se hacen efectivamente considerando (con razón) que la Tierra permanece inmóvil, cinco siglos después de Copérnico. La ciencia moderna, más sutil de lo que reconocemos, no ha remplazado al geocentrismo por el heliocentrismo, sino por el policentrismo. Más exactamente, la cuestión del «sistema del mundo» no es tanto saber si la Tierra gira alrededor del Sol o al contrario, sino el movimiento de los otros planetas; y no es una cuestión menos cinemática (la descripción del movimiento puede realizarse en cualquier plano de referencia) que dinámica (la de las fuerzas dominantes que rigen el Sistema Solar). De este modo, la pregunta habitual, tal como se plantea en las encuestas, no puede de ninguna manera, hacer justicia a la delicada esencia del problema y no estaría de más elaborar una prueba adecuada de cultura científica.

En términos más generales, el verdadero conocimiento (científico en particular) no reside en conocer un amplio repertorio de resultados abstractos (teoremas, leyes, etc.) sino en la capacidad para controlar enunciados operatorios. Se trata, no ya de saber, sino de *saber*

---

<sup>6</sup> Jean-Marc Lévy-Leblond, «Vrai si..., faux mais...», *Traverses*, noviembre 1990, 47, y capítulo 1, «Vrai/faux», in *Aux contraires*, París, Gallimard, 1996, pp. 25-56.

*cómo saber*: qué pedir, dónde buscar, qué leer, qué preguntar (y para qué queremos realizar este esfuerzo). De la misma manera que, en el juego de ajedrez, los grandes maestros sólo consideran un pequeño número de movimientos (muchos menos que los profanos), los matemáticos sólo conocen unos pocos teoremas, los físicos, unas cuantas constantes fundamentales y los químicos algunas fórmulas desarrolladas. Pero todos saben dónde encontrar los conocimientos necesarios cuando hacen falta, y cómo enlazar estos conocimientos así obtenidos con aquellos que recuerdan. El saber científico, como cualquier otro, es intrínsecamente contextual, y el significado de una cuestión no puede apreciarse desde un plano abstracto.

Hoy en día más que nunca, el contexto de un problema científico es fundamentalmente social. Una pregunta determinada, por ejemplo «¿cuál es la causa del SIDA?», adquiere sentidos muy diferentes y admite respuestas válidas muy diversas en función de que se plantee en un congreso científico, una consulta médica, un debate político o una discusión teológica. Esta naturaleza contextual y social del conocimiento científico escapa completamente al cuestionamiento extemporáneo e individual de muchas encuestas de opinión excesivamente simplistas, incapaces por tanto de proporcionar una evaluación fiable y pertinente de la cultura científica pública. La gente es, ciertamente, mucho más apta para responder a las preguntas que surgen y a las que deben dar respuesta en su vida profesional, política y afectiva que a aquellas arbitrarias e inadecuadas que se plantean en los sondeos anónimos. Los especialistas en comunicación científica se concientizan así del carácter limitado y parcial (si no arbitrario) de las técnicas de sondeo, en la medida en que la mayoría de la gente «hold opinions too complicated to be summarized by conventional surveys»<sup>7</sup> («*tiene opiniones demasiado complicadas para reflejarlas mediante encuestas convencionales*»).

Por otra parte, estas limitaciones se vuelven todavía más serias, cuando se trata de comprobar, no sólo un nivel de conocimiento, sino una actitud o una opinión sobre un problema social o político, como los suscitados cada vez más frecuentemente por el desarrollo tecno-científico. De hecho, «public opinion polls are most effective at describing pu-

<sup>7</sup> Como lo indican R. M. Entman y A. Rojecki en su obra sobre las representaciones raciales, *The Black Image in the White Mind*, Chicago, University of Chicago Press, 2000, p. 103.

blic thought about non-volatile, precisely delimited concepts and policies. They are less adapted to exploring complex and volatile attitudes. (...) In addition, public opinion polls are limited because they take an individualist perspective to, rather than treating public opinion as a collective product.» (*«los sondeos de la opinión pública son más eficaces cuando describen lo que piensa la gente sobre cuestiones y tendencias definidas y especificadas con precisión. Están menos adaptados a explorar actitudes complejas e indefinidas. (...) Además, los sondeos de la opinión pública están limitados porque tienen una perspectiva individualista, en lugar de considerar a la opinión pública como un producto colectivo»*)<sup>8</sup>.

Es preciso recordar también que la pretendida incultura común no es, de ninguna manera, exclusiva de la ciencia. Siempre según los sondeos habituales, la falta de conocimientos es igualmente impresionante (y, sin duda, igualmente poco significativa) en otros dominios de la cultura. En una encuesta llevada a cabo en Francia por una publicación femenina de gran difusión, se obtuvo, como de costumbre, que el 30% de las personas pensaba que el Sol gira alrededor de la Tierra, el 25% no sabía cuál es la temperatura de ebullición del agua, etc. Pero también un 60% ignoraba quién pintó la Gioconda, el 56% no sabía cuándo fue proclamado emperador Carlomagno, el 35% no sabían decir la ciudad donde se encuentra el Partenón, etc. Por otra parte, estos resultados son similares a los obtenidos en encuestas del mismo tipo en Gran Bretaña donde, por ejemplo, los ciudadanos capaces de citar los nombres de algunos de los enanitos de Blancanieves son mucho más numerosos que aquellos que conocen un número equivalente de ministros del gobierno en funciones<sup>9</sup>. Pero estos resultados me parecen más bien reveladores de la inadecuación de los sondeos que de la incultura del público. De cualquier forma, no parece justificado inquietarse particularmente por la pretendida incultura pública en el caso de la ciencia en mayor medida que en los otros ámbitos. Al igual que no puede haber «dos culturas»<sup>10</sup>, tampoco pueden darse dos inculturas.

<sup>8</sup> C. M. Condit, R. Parrott & T. M. Harris, «Lay understanding of the relationship between race and genetics», *Public Understand. Sci.*, 2002, 11: 373-387.

<sup>9</sup> Una interesante diferencia (cultural), sin embargo: una proporción mucho mayor de ingleses que de franceses conoce el nombre del padre de Caín y Abel.

<sup>10</sup> Jean-Marc Lévy-Leblond expone una crítica de la noción de las «dos culturas» según C. P. Snow en «Two Cultures or None?», en M. Vitale (ed.), *Science and Technology Awareness in Europe: New Insights*, European Science and Technology Forum, Bruxelles, European Communities, 1998.



Estas observaciones no están, en ningún caso, encaminadas a negar la existencia de serios problemas concernientes a la cultura científica pública, pero pretenden convencer de que sería necesaria una apreciación más fina de la naturaleza y de los efectos de estos problemas. Quizá la situación es menos catastrófica de lo que se piensa habitualmente y, en cualquier caso, las soluciones difieren poco de esta «difusión de la cultura científica» repetidamente invocada pero con pobres resultados; puesto que, al fin y al cabo, dados los lamentables resultados de dichos sondeos, cabría esperar una inadaptación total de la mayoría de los ciudadanos en el seno de nuestras sociedades tecno-científicas. Muy al contrario, resulta impresionante constatar la relativa facilidad con que se desenvuelve la gente para controlar un entorno tecnológico cada vez más complejo y en rápida evolución.

Todo el mundo parece capaz de adquirir las competencias que le son útiles, ya sea para conducir un automóvil, utilizar aparatos domésticos perfeccionados repletos de componentes electrónicos, llegar a ser virtuosos de los juegos electrónicos y, por supuesto, aplicar nuevas técnicas profesionales (como el tratamiento de textos mediante ordenador) <sup>11</sup>. La mayoría muestran, incluso, una sorprendente aptitud para aprender lo que le es necesario *y nada más*: saber conducir sin ser experto en mecánica, cocinar sin ser experto en química, trabajar con textos sin ser experto en informática, etc. En determinadas condiciones, se puede incluso desarrollar un auténtico virtuosismo colectivo en campos habitualmente reservados: hace algunos años, la inflación galopante de Brasil condujo a los estratos más pobres de la población a un conocimiento económico remarcable gracias a sutiles estrategias del cambio y los préstamos, de ordinario reservadas a los financieros de alto nivel. Ciertamente es que la mayoría de estas capacidades quedan en un estado de prácticas adquiridas e inconexas, sin integrarse en un marco teórico y una visión del mundo global, pero constituyen conocimientos eficaces nada despreciables y pertenecen a la cultura común. ¿No sería mejor comenzar a admitir y admirar estos logros que deplorar sus limitaciones, a menudo de forma paternalista?

---

<sup>11</sup> La película australiana *Les dieux sont tombés sur la tête* ofrecía hace unos años, si bien con un cierto paternalismo, una excelente ilustración de estas capacidades de dominio técnico en un contexto de considerable distancia cultural. También podemos encontrar una representación ficticia de las mismas en un libro de Mark Twain poco conocido (en Francia), *Un yanqui en la Corte del rey Arturo*.

Ciertamente, esta «cultura tecno-científica espontánea», si bien es adecuada a la mayor parte de las circunstancias de la vida corriente, no es bastante profunda ni está suficientemente articulada para hacer frente a los amenazadores problemas técnicos y científicos de la evolución social en curso, menos aún si lo que se pretende es afrontar estos problemas y decidir soluciones aplicables según los procesos colectivos de una vida democrática. Pero, en este punto, surge una interesante paradoja. Con frecuencia se invoca la necesidad de que los profanos adquieran los conocimientos científicos indispensables que les permitan debatir y resolver los problemas tecno-científicos en materia de energía, de sanidad, de defensa, etc.; pero es mucho menos usual oír hablar de la necesidad simétrica respecto a los profesionales de la ciencia y la técnica (investigadores, ingenieros), de adquirir los conocimientos sociales y políticos indispensables que les permitan comprender la naturaleza de sus propios trabajos y las incidencias de sus descubrimientos. En suma, ¿no les estamos exigiendo más a los profanos que a los expertos? ¿Cuál es el peligro mayor (a corto y a largo plazo) ligado a las investigaciones nucleares o genéticas: permitir a los ciudadanos profanos que rechacen los riesgos de las consecuencias sociales, culturales y económicas de estas investigaciones sin que tengan una idea clara de sus fundamentos científicos?, ¿o bien dejar a los científicos proseguir con estas investigaciones sin que tengan una idea clara de sus consecuencias? En verdad, estas carencias no pueden separarse, y los científicos deberían levantar acta de sus propias lagunas culturales antes de pretender evaluar y corregir las de los profanos.

Un asunto reciente viene a ilustrar esta problemática de forma caricaturesca: el sostenimiento, por parte de una astróloga de renombre de una tesis de ciencias humanas, conforme a los cánones de la institución universitaria, ha suscitado una protesta, bastante ridícula, entre algunos astrónomos reputados, cuya indignación no es sino ingenuidad ante las razones profundas y la naturaleza verdadera de la astrología, cuyo análisis pone en juego consideraciones sociológicas y psicológicas ciertamente al menos tan complejas como la formación de las galaxias o la radiación de los púlsares. Por otra parte, resulta bastante irónico constatar que, según estudios detallados <sup>12</sup>, una for-

---

<sup>12</sup> Daniel Boy, «Les Français et les para-sciences: vingt ans de mesures», *Revue Française de Sociologie*, 2002, 43: 1, 2002, pp. 35-45.

mación científica sólo protege de forma relativa contra las creencias paracientíficas, las cuales muestran, a fin de cuentas, una fuerte correlación con el interés por la ciencia.

Para superar este diagnóstico escéptico e intentar elaborar nuevas estrategias, me parece necesario abandonar un bello sueño dos veces centenario, el de la Ilustración. El grado de especialización, de dispersión y de tecnificación de la ciencia actual y la rapidez de su evolución conducen, como en cosmología, a un «efecto de horizonte»: una parte cada vez más importante de los nuevos conocimientos (por no hablar de los antiguos...) sólo es accesible hoy en día para un número cada vez más reducido de especialistas, quedando fuera del alcance de los demás, ya sean profanos o científicos. Así, en lugar de un ideal de conocimiento absoluto, lo que se impone es una realidad de ignorancia relativa. Si queremos reintegrar la ciencia y la técnica en la cultura, en primer lugar se deberán admitir, evaluar y afrontar los límites de nuestras capacidades colectivas de conocimiento (esto es lo que afirma Brecht en la cita insertada en el epígrafe de este texto). Y es bastante más cierto que la exigencia, transformada en dogma de fe banal, que pretende que todos seamos, si no expertos, al menos competentes en ciencias, técnicas y medicina, antes de poder emitir una opinión legítima en estas materias, es, en definitiva, absolutamente contraria al postulado fundamental del espíritu democrático.

La democracia es una *apuesta* (arriesgada): la apuesta de que la conciencia prevalezca sobre la competencia. No pedimos un nivel de conocimientos de experto, ni siquiera de aficionado, en materia de derecho penal a los miembros de los jurados de causas criminales, llamados, desde hace poco tiempo, a resolver la vida o la muerte de presuntos criminales, ni en materia de derecho constitucional a los electores que deciden el futuro del país. ¿Por qué, entonces, habríamos de ser más exigentes en lo tocante a las ciencias y a las técnicas? En el fondo, el problema que hemos de resolver no es tanto el de una carencia de conocimiento que separaría a los profanos de los científicos, como una carencia de poder que hace que los conocimientos tecno-científicos escapen al control democrático <sup>13</sup>.

<sup>13</sup> En relación con el problema de la ciencia en la democracia, ver Jean-Marc Lévy-Leblond, «En méconnaissance de cause», en *La pierre de touche (la science à l'épreuve...)*, París, Gallimard 1996, pp. 38-59.

No es mi intención, de ningún modo, mediante estas observaciones, devaluar los esfuerzos llevados a cabo en la enseñanza y divulgación e incluso la comunicación científica, sino únicamente, recalcar la necesidad de enfoques más finos y más fuertes a la vez (por lo tanto, más críticos). A título de ejemplo: ¿no es hora ya de añadir a nuestros estudios y actividades orientados a un mejor conocimiento de la ciencia por parte del público, otros estudios y actividades orientados a un mejor conocimiento del público por parte de los científicos?

### **Anexo: Cuestionario (informal) de cultura científica**

1. Dé una breve definición (estilo «petit Larousse») de los términos:  
píxel  
ecografía  
prión
2. Indique (aproximadamente):  
la distancia de la Tierra a la Luna  
la velocidad del sonido  
la dimensión de los átomos
3. ¿Cuánto tiempo ha transcurrido (aproximadamente) desde?:  
la formación de la Tierra  
la desaparición de los dinosaurios  
la aparición de los primeros hombres
4. ¿Cuándo se descubrió?:  
el planeta Júpiter  
el código genético  
la energía nuclear
5. ¿Cuándo se inventó?:  
el teléfono  
la vacunación  
el láser

6. **¿Dónde y en qué época trabajaron?:**  
Darwin  
Galileo  
Einstein
  
7. **¿Cuáles son?:**  
el nombre y la especialidad de al menos un francés premio Nobel de ciencias  
el número de investigadores científicos en Francia  
el presupuesto dedicado a la investigación en Francia
  
8. **¿Cuál es el significado de las siglas?:**  
SIDA  
INSERM  
ADN
  
9. **Cite algunas obras literarias (novelas, dramas, poesías, etc.) en las que la ciencia desempeñe un papel principal (subraye las que haya leído).**



# **Los problemas en el análisis de la percepción pública de la biotecnología: Europa y sus contradicciones**

**Emilio Muñoz**

*A Rafael Calvo, más que un familiar, un amigo de corazón, como tributo a su esfuerzo autodidacta e iconoclasta por ser culto en profundidad*

## **Ciencia y tecnología en un nuevo contexto social**

La sociedad actual, sociedad postmoderna, se caracteriza por su naturaleza globalizada, en la que productos y procesos se someten al juego del mercado, donde los consumidores parecen tener asegurado el papel de jueces decisivos para valorar la calidad (o aceptabilidad) de esos productos.

Desde una posición apologética, este tipo de sociedad parece estar engrasada por el buen funcionamiento del mercado. Sin embargo, desde un punto de vista más crítico, ese funcionamiento no deja de plantear paradojas y contradicciones, que encuentran un buen ejemplo en los problemas a los que se enfrentan los avances científico-técnicos.

Los enormes avances científico-técnicos nos han conducido a una situación en la que vivimos en una sociedad tecno-científica, donde la ciencia y la técnica son elementos indisolubles del progreso económico y social, pero en la que, al mismo tiempo, ese progreso ha empezado a ser contemplado como causa posible de algunos de los

problemas que más preocupan a los ciudadanos y ciudadanas del mundo desarrollado. Entre ellos cabe mencionar las amenazas al medio ambiente y los consiguientes daños a la humanidad en relación con el incremento en las desigualdades, desde un punto de vista solidario, posición que se combina con la preocupación más hedonista por la demanda de la mayor seguridad en los temas de alimentación y salud, a la par que se reclama la protección de aquellos bienes que están más cerca de nuestro bienestar individual, de lo que está más próximo. Es pertinente recordar a este respecto el célebre acrónimo NIMBY («not in my backyard»; no en el jardín de mi casa) que se acuñó en los tiempos de mayor reacción frente a la energía nuclear, y que ahora podríamos aplicar a antenas para la telefonía móvil, a las ondas electromagnéticas, o más cercano al caso que nos ocupa, a ciertos productos derivados de la biotecnología.

En suma, se puede decir que vivimos inmersos en un mar de contradicciones sobre el que inciden los vientos de los intereses. En este mar embravecido se plantea el tema central de la elección de un rumbo entre el conflicto «confianza-comprensión o entendimiento». La gente necesita desarrollar la confianza en expertos e instituciones que le permita adoptar y seguir las mejores soluciones a las situaciones conflictivas a las que nos aboca la creciente complejidad científica, política y social del mundo. Esta posición ha sido defendida, entre otros, por el filósofo social suizo Hermann Lübbe según cita de Noelle-Neumann <sup>1</sup>.

Pero la realidad de la situación es otra. Se ha avanzado, por un lado, en el concepto de que estamos viviendo en una «sociedad del riesgo» <sup>2</sup>, en la que se produce una evidente confrontación entre la reflexión y la información. La reflexión estaría todavía en el lado de los expertos y la información en el terreno de los medios de comunicación.

La creciente desconfianza en los expertos que se ha venido manifestando y desarrollando a lo largo de las últimas dos décadas se ha visto compensada con un aumento en la confianza hacia los periodistas y los medios de comunicación de masas, como es el caso de la tele-

---

<sup>1</sup> Elisabeth Noelle-Neumann, «Foreword», en *Between Understanding and Trust. The Public, Science and Technology*, Meinolf Dierkes and Claudia von Grote, eds. (Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 2000), p. 9.

<sup>2</sup> Ulrich Beck, *Risk Society. Towards a New Modernity*, (London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage Publications, 1992), p. 19.



visión<sup>3</sup>. El punto crítico de la cuestión radica en mi opinión, en que información no es lo mismo que conocimiento; ni es asimilable la tarea de informar a la de educar.

La propia existencia en la sociedad globalizada, a veces difícilmente comprendida por la parte de la masa social menos favorecida, movilizadora y ¿dirigida? por la información, otro concepto ambiguo de difícil comprensión para los menos avanzados y avezados, ha generado la inmersión en un mar de paradojas y contradicciones, algunas de las cuales han sido subrayadas por mí<sup>4</sup>.

## La ciencia y la tecnología en esta sociedad

Todos los temas relacionados con la ciencia y la tecnología están profundamente relacionados con esta realidad socio-política e inmersos en ella.

A lo largo de estos últimos años, se ha venido reflexionando acerca de las condiciones en que se desarrollan tanto la promoción de este tipo de actividades —organización, financiación, selección o control de calidad— como el proceso de producción de conocimiento y su incidencia social y económica: creciente interacción entre lo público y lo privado; reorientación de la forma en que se disemina el conocimiento —tránsito desde las publicaciones en revistas científicas hacia la recogida de noticias de los avances científico-técnicos en medios de comunicación convencionales—; un cierto giro respecto al sentido único del progreso científico-técnico inicialmente orientado al servicio exclusivo de la propia comunidad científica, para orientarse posteriormente hacia la rendición de servicios a la sociedad, como se refleja en la preocupación para la incidencia de la ciencia y la tecnología en «bienes sociales o comunes».

Parece claro, por lo tanto, que al desarrollo científico-técnico tiene que acomodarse a unos «nuevos ambientes»<sup>5</sup> en los que se de-

<sup>3</sup> Noelle-Neumann, «Foreword», en *Between Understanding and Trust*, p. 12.

<sup>4</sup> Para un listado de estas contradicciones véase Emilio Muñoz, «Percepción social de la biotecnología y el caso de España», *Antropología del Mediterráneo*, Luis Álvarez Munárriz, Fina Antón Hurtado, eds. (Antropología Social/1, Universidad del Mar: Editorial Godoy, 2001), p. 411.

<sup>5</sup> Emilio Muñoz, «New socio-political environments and the dynamics of European public research systems», Documento de Trabajo CTS 02-20 <http://www.iesam.csic.es/doctrab.htm>.

manda a la comunidad de los expertos, una mayor rendición de cuentas ante la sociedad.

## Percepción pública y comprensión social de la ciencia y la tecnología

La evidente necesidad de medir y entender el nivel de comprensión de la sociedad, del público, sobre la ciencia y la tecnología en general y respecto a algunas tecnologías críticas, como es el caso de la biotecnología, ha llevado al desarrollo de conceptos, métodos y a la obtención de resultados en el terreno de la «comprensión pública de la ciencia y de la tecnología» para configurar un campo de investigación social, con claras implicaciones científico-técnicas y por ello multidisciplinar, que se mueve todavía en entornos borrosos.

No es el propósito de este trabajo el ofrecer un análisis exhaustivo de la situación en que se encuentra el marco conceptual y analítico de los estudios sobre comprensión de la ciencia por parte del público, o del grado de alfabetización científica de las sociedades avanzadas, sino de tratar de perfilar la situación en que se encuentran estos temas ante el enorme desarrollo que está experimentando la biología con sus posibles y reales aplicaciones al mundo productivo. Aunque no sea nuestro objeto esencial, sí me parece oportuno relacionar una serie de referencias sobre la cuestión de la relación entre ciencia y sociedad de forma que sirva de puente para futuras indagaciones sobre la misma.

El libro ya citado «*Between Understanding and Trust*»<sup>6</sup> recoge en una serie de ensayos la posición del programa de investigación sobre «comprensión de la ciencia por parte de la sociedad» en su contexto histórico y político; se adentra en el análisis comparado para sacar consecuencias y reflexiones acerca de los instrumentos metodológicos que se utilizan para la evaluación de la percepción y de las actitudes sociales ante la ciencia y la tecnología; indaga en la crítica de la aproximación del «déficit cognitivo» como modelo que trata de enlazar los conceptos de público y ciencia respecto a la idea de informa-

---

<sup>6</sup> *Between Understanding and Trust*, pp. 7-38, 131-156.

ción y conocimiento; por último, trata de analizar los pasos que informan la conexión entre información y actitudes y que, en última instancia, conducen a la existencia de procesos de evaluación social o al establecimiento de códigos de actuación de las distintas partes.

Por otro lado, Miller, Pardo y Niwa <sup>7</sup> han publicado el primer estudio comparativo sistemático de los conocimientos, imágenes y actitudes ante la ciencia y la tecnología de las poblaciones de Europa, Japón, Estados Unidos y Canadá. La monografía, publicada en inglés y castellano, es el fruto de una investigación realizada conjuntamente por la Fundación BBV y la Academia de Ciencias de Chicago y ha sido publicada por la Fundación BBV. Presenta un valor instrumental al construir, o intentarlo al menos, una serie de indicadores para avanzar en el apoyo estadístico y la investigación comparada. También destaca su base conceptual acerca de las relaciones entre conocimientos y actitudes y su papel en la intervención del público en las controversias dominadas por la importancia del conocimiento científico. Son también dignos de mención los trabajos de Miller en las dos últimas décadas, que han puesto de relieve la importancia de las actitudes sociales para el diseño de políticas educativas y científico-técnicas y la consiguiente toma de decisiones en relación con estas políticas.

## La cultura científica y sus problemas

El área de la ciencia y la tecnología, al estar en los momentos actuales marcada por un entorno convulsionado, globalizado, reclama la colaboración de la información. Sin embargo, esta exigencia se ve dificultada por una profunda inmersión en el mar de las contradicciones y la paradojas. Como ya hemos visto, vivimos en una sociedad cada vez más influida por el avance científico y modulada por el progreso técnico. Sin embargo, todo este baño social en productos y componentes científicos y tecnológicos no está acompañado por una espuma de cultura científica que facilite la apreciación de todo lo que aquello significa.

---

<sup>7</sup> Jon D. Miller, Rafael Pardo, F. Niwa, *Percepciones del público ante la ciencia y la tecnología. Estudio comparativo de la Unión Europea, Estados Unidos, Japón y Canadá* (Bilbao: Fundación BBV, Chicago Academy of Sciences, 1998), pp. 17-76.

El problema de la cultura científica es cada vez más relevante para el normal desarrollo democrático en las sociedades actuales. En este apartado trataré de analizar algunos de estos problemas: definición de cultura científica, factores que inciden en la comprensión pública de la actividad científica, características de esa actividad, instrumentos para su medida —los trabajos sobre percepción pública de la ciencia y la tecnología. Tras el análisis de estos problemas con carácter general, se focalizarán estas reflexiones en el caso de la biotecnología.

## Cultura científica: definición e instrumentos de medida

He reflexionado sobre los problemas que lleva inherente la definición de cultura, no en un contexto aislado, sino precisamente en relación con los instrumentos utilizados para su medida. La valoración de la cultura científica ha sido una preocupación constante en el seno de la Comunidad Europea. Desde el momento en que la colectividad europea adquirió conciencia de sus deficiencias científico-técnicas respecto a los otros dos grandes bloques: Estados Unidos y Japón, decidió promover una política activa para el fomento de la investigación, el desarrollo y la innovación. Paralelamente, las instancias europeas se preocuparon por el desarrollo de técnicas que permitieran establecer las relaciones entre la ciencia y el público, recurriendo a las encuestas de opinión. La elección de esta metodología está asociada, en mi opinión, con la asunción de una determinada acepción sobre el concepto de cultura. En el *Diccionario del Español Actual*<sup>8</sup> se encuentran tres acepciones de cultura:

- a) Cultura como conjunto de conocimientos adquiridos por la persona que permite desarrollar el sentido crítico y el juicio;
- b) como instrucción o conjunto de conocimientos no especializados que se supone debe poseer toda persona educada;
- c) o como conjunto de modos de vida, conocimientos y grado de desarrollo de una colectividad humana o de una época.

---

<sup>8</sup> Manuel Seco, Olimpia Andrés, Gabino Ramos, *Diccionario del español actual*, volumen I (Madrid: Aguilar lexicografía, 1999), p. 1377.

Es evidente que estas acepciones difieren en la dimensión del elemento de referencia para su valoración. En las dos primeras acepciones, la cultura se relaciona con los individuos, mientras que la tercera está asociada con una dimensión colectiva (expresión de una agregación en virtud de parámetros espaciales o geográficos y temporales). La selección de la metodología de las encuestas de opinión para medir la cultura apunta a que se escoge la medida de la cultura en la línea de las dos primeras acepciones, quedando plenamente descartada la tercera acepción.

### **Emisión y recepción de conocimiento**

La cultura viene determinada, en las acepciones elegidas, por el nivel de conocimiento o cosas que se conocen por los individuos en un tema específico. El problema siguiente reside en explorar quién da o transmite la cultura y quién la adquiere. Dos son los mecanismos fundamentales para la emisión o transmisión de conocimiento: educar e informar.

*La educación*, resultado de la acción de educar, consiste en formar intelectual y moralmente (esencialmente a una persona) para convivir en sociedad. Este mecanismo parece fundamental, como confirmaremos posteriormente, para desarrollar y alcanzar modos de cultura científica. Presenta, sin embargo, como aspecto contrario el hecho de que se orienta a la convivencia en la sociedad, por lo que va a venir influenciada, en forma de círculo, por lo que la sociedad demande. En una sociedad, como la española, donde la ciencia y la tecnología ocupan un nivel secundario de interés, y por ello una escasa demanda, se estima difícil que la educación contribuya, o pueda contribuir a la cultura científica.

La educación se transmite de modo planificado, de acuerdo con una estrategia a todos los que por voluntad propia de los individuos, o de quienes ejercen la tutoría de esos individuos, opten por ello.

*La información*, acción de informar, consiste a) en la transmisión, por medio de un mensaje, de algo que ignora el receptor; b) en la transmisión de un sistema a otro, mediante cualquier tipo de señales, de elementos para formular un juicio o llegar a la solución de un problema.

Los límites de la primera acepción para contribuir a la cultura en temas complejos parece evidente; su operatividad se orienta a la transmisión de noticias (hechos) relacionados con temas convencionales en los que la atención del receptor está prefijada en secciones habituales —información política, social, regional, local, deportiva, económica.

La última acepción presenta señales de una mejor adecuación para informar de modo más estructurado sobre temas con un cierto grado de complejidad, como es el caso de la ciencia y la tecnología y de sus productos.

### **Características de la actividad científica y su repercusión en el concepto de cultura científica**

- La actividad científica, que da origen a la producción de conocimiento, se caracteriza por su constante dinámica.
- En el conocimiento científico no existen verdades absolutas. Se generan verdades parciales, condicionadas por el objeto de esa actividad y las técnicas que se utilizan para la resolución de los problemas que existen en dicho objeto.
- La producción de conocimiento científico puede dar lugar a resultados dispares que generan controversias de diferente intensidad y duración.
- De acuerdo con estas características, la cultura científica debe estar relacionada no sólo con la disposición de conocimiento (¿información?) sobre hechos o datos, sino que debe tener en cuenta, reconocer, la importancia de los procedimientos, de los procesos, de la naturaleza del conocimiento en función de los temas y de las técnicas aplicadas. Ante este contexto, parece lógico concluir que la cultura científica es ante todo fruto de la educación —con las salvedades y limitaciones señaladas anteriormente—, mientras que cabe preguntarse si la información puede generar, dar lugar, a una cultura científica de un nivel aceptable. A la luz del presente nivel de análisis, cabe concluir que la información como «transmisor, mediante señales o datos, de elementos para formular un juicio o llegar a solucionar (o comprender) un problema» puede llegar a con-

figurar «un nivel de instrucción sobre conocimientos no especializados en personas educadas», es decir, poseedoras de un nivel suficiente para comprender las características de la actividad científica enunciadas anteriormente.

No podemos olvidar tampoco, en este punto, los problemas que los temas de opinión pública plantean, cuando estamos en el terreno del riesgo. Hay que admitir que la toma de decisiones, cuando existan niveles muy considerables de incertidumbre, tiene lugar con frecuencia en ausencia de evidencia científica sólida, o sin disponer de un marco de probabilidades bien definido y establecido. Este es un elemento adicional que pone de relieve las limitaciones que ofrece la información, y sólo ella para ser la base de una cultura popular, capaz de comprender la complejidad de estas situaciones.

### **Percepción pública de la ciencia y la tecnología: una revisión crítica**

El análisis y medida de las percepciones públicas ante la ciencia y sus aplicaciones no es una cuestión sencilla. En este ejercicio nos enfrentamos a la propia complejidad del objeto que se trata de analizar —de la que hemos ofrecido algunos apuntes en lo que antecede— y a una cierta debilidad en las metodologías utilizadas, apoyadas fundamentalmente en encuestas de opinión pública.

En trabajos previos he expresado algunas reservas a la aproximación metodológica utilizada <sup>9</sup>, fundamentadas en la complejidad del tema específico objeto de la encuesta, la ciencia y tecnología o una tecnología tan rica y variada como la biotecnología. En este caso trataré de ofrecer una revisión crítica más estructurada y de carácter más general de los problemas que percibo, en relación con el tema de la cultura científica que nos ocupa.

---

<sup>9</sup> Para cotejar algunas de estas críticas, véase Emilio Muñoz, «La complejidad de la biotecnología y la percepción pública: una inevitable relación», *Quark* n.º 12, 1998, 14-18, p. 18; Muñoz, *Biotecnología y Sociedad: encuentros y desencuentros* (Madrid: Cambridge University Press, OEl, 2001).

## El problema del origen

Los orígenes de estos trabajos hay que buscarlos en dos movimientos, uno norteamericano («scientific literacy») y otro británico («public understanding of science») que presentan una cierta divergencia entre sus propósitos, como se deduce de las propias rúbricas bajo las que se amparan.

El norteamericano se ha preocupado de tratar de medir el grado de cultura científica o alfabetización científica de la sociedad norteamericana («scientific literacy») para lo cual ha planteado el diseño de encuestas sobre preguntas científicas básicas de hechos bien establecidos, sin poner de manifiesto la ambigüedad y la dinámica que encierra la práctica de la actividad científica. En esta estrategia se introducen las correspondientes «trampas» o filtros, como se puede ejemplificar en dos de las preguntas tipo que han hecho historia: responder «sí» o «no» a las siguientes afirmaciones:

- El sol gira alrededor de la tierra.
- Los antibióticos destruyen a los virus y bacterias.
- Los electrones son más pequeños que los átomos.

O, en otra alternativa, ofrecer el anunciado correcto y buscar la precisión, como es el siguiente caso:

- La tierra gira alrededor del sol en 1 noche, 1 mes, 1 año. Señale con una X la opción que estima verdadera.

El movimiento británico por su parte aparece con una orientación, más amplia, al perseguir la valoración de la capacidad del público, de la sociedad, para comprender la ciencia y, eventualmente, sus aplicaciones. Se sitúa más próxima de las encuestas de opinión para apreciar actitudes, con lo que deja margen para realizar preguntas de carácter social, político y económico.



## Los cuestionarios: el instrumento de medida

El primer conflicto se pone de manifiesto al analizar los cuestionarios realizados en Europa a lo largo de los últimos veinticinco años. Este análisis revela una disparidad en los objetivos y en las expectativas, lo que plantea dificultades para valorar series temporales. Por otro lado, las iniciativas parecen haber cambiado y no se dispone de información sobre encuestas de carácter general desde 1992, centrándose a partir del 92 en el tema de la biotecnología.

Se observa la siguiente trayectoria en la experiencia europea sobre las encuestas respecto a aspectos generales de ciencia y tecnología (ver Cuadro 1).

**Cuadro 1**  
Encuestas sobre actitudes europeas ante la ciencia  
y la tecnología en términos generales

Año expectativas	Base de la encuesta	Países	Objetivos	Expectativas
1977	Ciencia y el público	9	Riesgos	Esperanzas futuro
1979	Desarrollo científico y técnico	9	Riesgos	Prospectiva
1989	Encuesta general + temas específicos	12+1	Toma de decisiones Intereses y confianza	Automática (Robótica) Políticas temas específicos
1992	Eurobarómetro (encuesta general)	12	Cultura, intereses, confianza	Confianza y políticas

En 1977 la encuesta realizada pretendía conocer la opinión de la ciudadanía de los 9 países que integraban en aquellos momentos la Comunidad Europea, respecto al valor de la ciencia y de sus aplicaciones, tanto por su potencial para contribuir a un cambio positivo en las condiciones de vida como por los eventuales riesgos que sus aplicaciones pueden acarrear. Proyectaba además unas preguntas con el fin de recoger la posición de esperanza en la ciencia para el futuro de los ciudadanos europeos.

En 1979 la encuesta cambiaba el enfoque para poner el énfasis en el desarrollo científico y técnico con una orientación temática encamina-

da a detectar la percepción frente a los riesgos. Las preguntas que se realizaban trataban de explorar la relación entre el desarrollo científico-técnico y la sociedad con respecto a la toma de decisiones. Las preguntas podían agruparse en cuatro grandes bloques: a) preguntas destinadas a apreciar la distancia del público respecto a la ciencia, b) otras encaminadas a detectar las actitudes respecto al desarrollo científico y técnico con una doble orientación: una prospectiva en la línea de los intereses concretos de la Dirección General de Ciencia y Tecnología de la Comisión Europea; otra analítica, dirigida a la búsqueda de conocer la capacidad de establecer distinciones entre ciencia y aplicaciones; c) una sección planteada para identificar la postura del público ante la toma de decisiones en estos temas; d) la cuarta focalizada el análisis en un tema, Automática y Robótica, de gran actualidad en aquellos momentos, por su posible introducción en sectores industriales tradicionales —automoción, aeronáutica, construcción— con su eventual incidencia en el nivel de empleo y en las condiciones de trabajo.

En 1989, trascurrido un largo plazo, se introdujo un importante cambio en el planteamiento y organización de la encuesta. La relativa a los temas científico-técnicos formaba parte de una encuesta de carácter general (Omnibus), aplicada en 12 países de la Comunidad Europea y en el Norte de Irlanda. Se utilizó un cuestionario complejo, un híbrido de orientación norteamericana y británica, aplicado a medir la cultura científica y complementado con la valoración de los intereses y medios para conseguir la pertinente información, y de la línea de «comprensión pública de la ciencia», que se abordaba con preguntas de carácter general acerca de la importancia de los avances científico-técnicos en la vida cotidiana y de la relevancia de las políticas. El cuestionario sobre los aspectos científico-técnicos se dividía en cuatro bloques:

- Un primer bloque destinado a identificar los intereses de los encuestados en los temas científico-técnicos —tanto en el sector productivo como en los ámbitos científico y médico— en comparación con los temas de actualidad política cultural y deportivos, con un control para identificar los instrumentos utilizados —periódicos, revistas, museos— para obtener información y aumentar el conocimiento.
- Un segundo bloque dirigido a estimar las áreas consideradas dignas de recibir los mayores apoyos en investigación, y a va-

lorar la confianza en los avances científico-técnicos para la mejora de las condiciones de vida

- Un tercer bloque que perseguía fijar la opinión de los ciudadanos sobre los valores del potencial científico y técnico europeo con respecto a los Estados Unidos y Japón.
- En un último bloque, se recogían preguntas sobre dos sectores de gran impacto social: cáncer y radioactividad y energía nuclear, con el fin de valorar los niveles de conocimiento sobre el hecho científico y las estrategias de protección (programas, regulaciones, patrones de conducta) para abordar soluciones a temas tan problemáticos. La fórmula utilizada en 1992, asimilada al Eurobarómetro, se ha construido alrededor de un cuestionario que se dividía en bloques (cuatro en términos generales) con grandes semejanzas a los bloques presentes en el cuestionario de 1989. Las principales diferencias estriban en una profundización en las cuestiones relacionadas con la medida de la cultura científica al diversificar y enriquecer esas cuestiones, aunque como se ha señalado anteriormente, se formularon preguntas o cuestiones sobre verdades científicas absolutas, planteadas directamente o recurriendo a fórmulas sutiles, engañosas, sin desvelar la riqueza, ambigüedad, y complejidad inherentes al método científico. En este caso, el problema específico sujeto a escrutinio fue el medioambiente con énfasis en la problemática de la contaminación y del agujero de ozono.

## Nuevas facetas críticas en el análisis de la percepción pública de la ciencia

La importancia política que se le atribuye a los resultados de las encuestas sobre actitudes ante la ciencia, obliga a ser cautelosos y a profundizar en el análisis de los datos. Es particularmente importante a este respecto un reciente trabajo de Pardo y Calvo <sup>10</sup>. Rafael Pardo que

---

<sup>10</sup> La crítica metodológica de Rafael Pardo y Félix Calvo en «Attitudes towards science among the European public: a methodological analysis», *Public Understanding of Science*, 2002, 11: 155-195, se concentra en páginas 161 a 165; el análisis según el nuevo programa que proponen se recoge en páginas 165-188.

ha sido un actor importante en la realización de la fase española de algunos Eurobarómetros, ha utilizado los datos del Eurobarómetro 38.1 de 1992 por su amplia y pública difusión, así como por haber sido la base de la mayor parte de los análisis sobre comprensión pública de la ciencia, para llevar a cabo un estudio más cuidadoso que se asienta sobre un punto crítico fundamental. Este punto se formaliza en la afirmación de que hay una ausencia de teoría en estos estudios sobre la comprensión pública de la ciencia. Pasos importantes en este sentido son los que han revisado, con visión crítica, la supuesta relación directa entre las actitudes y el nivel de conocimiento, o los que han tratado de encontrar relaciones entre conocimiento y actitudes con las características de un contexto socio-económico y cultural influido por el modernismo tardío.

Sin embargo, Pardo y Calvo, consideran que en los análisis más relevantes publicados hasta la fecha persisten dos problemas fundamentales, el primero de ellos concierne a los intentos de ofrecer respuestas empíricas a preguntas que no fueron tenidas en cuenta en el diseño de los cuestionarios. Esta es una crítica que comparto totalmente.

El segundo problema, y más importante en la opinión de los autores que glosamos, consiste en la aplicación de un algoritmo sencillo, basado en escalas e indicadores difusos que «están por debajo de los estándares aplicados en otras áreas de la investigación científica en ciencias sociales». La ausencia de una base teórica explícita, señalan Pardo y Calvo, muestra una falta de orientación en la selección de los temas que se incluyen en los cuestionarios. Por ello, no es sorprendente que las propiedades métricas de las escalas sean poco significativas. A partir de esta situación, los análisis han adolecido de debilidad, lo que ha conducido a resultados de limitado valor conceptual y estadístico.

En el trabajo citado, Pardo y Calvo han seguido un programa que trata de continuar construyendo escalas de conocimiento y actitudes, que estén apoyadas en una base teórica más profunda y que se combinen con una metodología más sofisticada —en lo que concierne a diseño de cuestionarios, muestreo y trabajo de campo. Por otro lado, los autores han tratado de examinar los datos disponibles —a pesar de la ausencia de base teórica en su consecución— con una visión más pausada, con una óptica más profunda. Han analizado, desde

esta perspectiva, los temas conceptualmente más ricos presentes en los Eurobarómetros con técnicas estadísticas exploratorias con el objetivo de ilustrar aspectos variados e interesantes de la percepción de la ciencia y la tecnología.

En la aplicación de este programa, los autores han elaborado un concienzudo trabajo que se condensa en casi veinticinco apretadas páginas de la revista *Public Understanding of Science*, que les lleva a una serie de conclusiones que se resumen a continuación:

- Los análisis metodológicos y estadísticos de los temas del Eurobarómetro y las escalas que miden actitudes hacia la ciencia, revelan que son instrumentos de escasa relevancia y lejos de los estándares de otras áreas de investigación social.
- A pesar de los esfuerzos para proponer hipótesis y esquemas sugerentes, la debilidad de los datos amenaza la estabilidad y fiabilidad de algunos de los resultados e interpretaciones.
- Es necesario elaborar cuestionarios que sean capaces de captar las diferentes facetas de las actitudes hacia la ciencia y la tecnología que tengan en cuenta el grado de importancia que cada una de las facetas presenta para la población que se estudia y que estén apoyadas en métricas que se acomoden a una mayor variabilidad <sup>11</sup>. Esta aproximación puede permitir la creación de escalas con la fiabilidad y la validez requeridas para construir modelos explicativos de la compleja estructura y dinámica de la cultura científica en la modernidad tardía.
- Es razonable identificar aspectos que requieren tratamientos distintos a los habituales en el análisis aplicado hasta ahora respecto a las actitudes. Estas actitudes se pueden fragmentar en distintos agrupamientos («clusters»); las actitudes pueden correlacionarse con diferentes tipos de sujetos; las actitudes hacia la ciencia (valoración) pueden estar relacionadas o influidas con otras «familias» de actitudes y valores —percepción ambiental, globalización, complejidad, percepción de riesgo, cosmovisiones.
- La diversidad de formas en los que se manifiestan hoy la ciencia y la tecnología requiere una mayor variación en las aproxi-

---

<sup>11</sup> Pardo y Calvo, *Attitudes towards science among the European public*, pp. 189-195.

maciones a su valoración. Esta variación demandará un repertorio más diverso de escalas que reflejen las diferentes dimensiones de la ciencia. La superposición entre ciencia (y tecnología) e instituciones sociales es un proceso en continua expansión; este proceso puede poner de manifiesto que es muy difícil encontrar actitudes estructuradas en una gran mayoría de la población que es espectador, y no actor, de la actividad científica. Puede haber, por lo tanto, actitudes hacia determinados subconjuntos del ámbito científico-técnico; esta misma posibilidad ha sido planteada por nosotros en el área de la biotecnología.

- La valoración de las actitudes hacia la ciencia (y la tecnología) reclama una mayor elaboración en las etiquetas que se han venido utilizando —positiva, negativa o ambivalente. Esta dirección debe contemplar un conjunto de relaciones más complejas, no-lineales, cualitativas que, sin duda, existen entre las diversas facetas. Es preciso tomar en cuenta los criterios que acompañan a la valoración de la ciencia (y la tecnología) por la ciudadanía, tal como son las razones de utilidad económica, las consideraciones morales, las percepciones relativas a la naturaleza y a lo natural, las percepciones del riesgo respecto a ciertas aplicaciones —el estigma tecnológico—, los potenciales beneficios para la salud, o los posibles impactos sobre la estratificación social intrapaíses o interpaíses. Estos criterios, tan disimilares entre sí y para la población, no pueden pesar del mismo modo en la aproximación métrica ni, en función de ellos, se puede asumir que los ciudadanos que no forman parte de la comunidad científica tienen una única posición frente a la ciencia. La evidencia existente apunta en la dirección contraria, una en la que abundan las perspectivas micro y fragmentadas, algunas contrapuestas, otras que coexisten sin aparente interacción.
- En consecuencia, parece pertinente no circunscribirse a una única aproximación en el análisis de los temas de percepción, y en la posible identificación de una dinámica de cambios. Es conveniente llevar a cabo trabajo complementario en el que se combine el mejor aprovechamiento de los datos disponibles —Pardo y Calvo sugieren el uso de técnicas de análisis multi-

variante <sup>12</sup> como el análisis de correspondencia y los árboles de clasificación y regresión— con perspectivas historiográficas y metodologías cualitativas, propuesta a la que me sumo con entusiasmo ya que ha sido nuestro programa de investigación en el ámbito CTS para el estudio de las ciencias biomédicas y las aplicaciones de la ciencias de la vida <sup>13</sup>.

## **El caso de la biotecnología. Evolución y detección de nuevos problemas**

La biotecnología es una tecnología abarcable dentro del término «nuevas tecnologías» que ha estado en el centro del debate social a lo largo de estos últimos 25 años.

La evolución de los aspectos más controvertidos de la biotecnología en relación con ese debate social se puede esquematizar del modo siguiente:

- Los primeros críticos esgrimían, citando las metáforas del «monstruo de Frankenstein» o de «jugar a Dios», las preocupaciones por las consecuencias imprevisibles que podían derivarse de la intervención sobre el genoma. En los primeros años de aplicación de la ingeniería genética, la década de los setenta en el siglo XX, se expresaban temores respecto a la modificación genética de los organismos unicelulares a escala de laboratorio.
- En los ochenta, las críticas se dirigieron acerca de la actuación sobre animales y los riesgos de introducir cultivos modificados en el medio ambiente.
- En los últimos años, las mayores discusiones se han centrado en los posibles efectos de los alimentos modificados sobre la salud y el medio ambiente.

<sup>12</sup> Pardo y Calvo, *Attitudes towards science among the European public*, p. 190.

<sup>13</sup> La incorporación del Prof. Emilio Muñoz en julio de 1991 al Instituto de Estudios Sociales Avanzados del CSIC en su sede de Madrid supuso la puesta en marcha de una línea de investigación que estableció como objetivo el análisis y evaluación de las políticas científicas y tecnológicas desde una perspectiva multidisciplinar con especial énfasis en biotecnología y en salud. A lo largo de esta trayectoria se han ido ampliando los instrumentos metodológicos para este tipo de estudios, así como las aproximaciones teóricas para el análisis de los aspectos cognitivos y normativos que influyen en las decisiones sobre tales políticas.

Esta riqueza y diversidad de los temas objeto del debate social sobre biotecnología es una consecuencia de la propia naturaleza de la tecnología. Se puede definir como una tecnología horizontal —incluida sobre todos los sectores de la actividad económica de carácter estratégico— permite seleccionar objetivos y temas para mejorar productos o procesos, en la que intervienen avances y técnicas de muchas disciplinas y se ponen en práctica con programas de I+D interdisciplinares.

En consecuencia, los análisis sobre la percepción de la biotecnología están condicionados por esta complejidad.

- 1) Por un lado, es evidente que existen problemas sobre la necesidad de disponer de elevados niveles de conocimiento («cultura científica») para poder comprender los temas a debate. Este problema revela unas claras limitaciones en los criterios de selección de muestras. La estratificación requerida para realizar una encuesta de opinión puede poner en evidencia muchas deficiencias respecto al grado de formación de los encuestados. Aun a riesgo de caer en la heterodoxia en términos de metodología sociológica, habría que apuntar la conveniencia de hacer encuestas a poblaciones separadas en función del nivel de cultura científica.
- 2) En segundo lugar, la enorme complejidad temática que rodea el desarrollo y aplicaciones de la biotecnología hace extremadamente difícil la preparación de cuestionarios comprensivos y con la suficiente amplitud. La realización de cuestionarios con la pretensión de abarcar todos los aspectos científicos y técnicos de la biotecnología y de extenderlos a todas las aplicaciones, conduce a la presentación de los temas con evidentes sesgos. Hay algunas aplicaciones, fundamentalmente la relativa al sector de salud humana y animal, que se presentan poniendo el énfasis en los beneficios, mientras que las aplicaciones en los sectores agrícola y agroalimentario aparecen con preguntas en las que sobresalen los tintes negativos con el acento puesto en los riesgos, incluso de carácter imaginario. Cabe reclamar, sobre estas bases, la conveniencia de poner en marcha cuestionarios focalizados en algún aspecto específico del amplio campo de posibilidades científicas, técnicas y de desarrollo que ofrece la biotecnología.



- 3) Varios son los factores que están en el corazón del debate: deficiencia cognitiva, riesgo, incertidumbre, valores religiosos y morales, intereses, confianza, son algunos de los que están en juego. En unos casos, algunos de estos factores emergen con claridad como elemento causal del debate; en otros casos, varios de ellos se entremezclan. En lógica consecuencia, muchos de los cuestionarios preparados acusan esta confusión, al carecer de un marco definido sobre el que armar los elementos del interrogatorio.

### **La percepción pública de la biotecnología en Europa**

La realización de encuestas sobre la percepción pública de la biotecnología en Europa ha tenido lugar en el marco del Eurobarómetro. Se han llevado a cabo estas encuestas a lo largo de cuatro oleadas, actividades que han sido financiadas por la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea dentro de las actuaciones de los diferentes Programas Marco. Dos son los grupos que han estado implicados en estas tareas. En primer lugar asumió el protagonismo el Task Group on Public Understanding of Biotechnology, asociado a la Federación Europea de Biotecnología y presidido por John Durant, Science Museum (Londres) con la secretaría a cargo de David J. Bennett, Cambridge Biomedical Consultants. Posteriormente, las tareas han recaído en el International Research Group on Biotechnology and the Public, liderado por George Gaskell (London School of Economics), J. Durant (Science Museum) y M. Bauer (asociado a las dos instituciones).

La primera encuesta fue realizada en el otoño de 1991 (Eurobarómetro 35.1) precediendo a la última encuesta que se recoge en el resumen del Cuadro 1. Se llevó a cabo en los 12 países que integraban la Comunidad Europea (unas 12.800 fueron las personas encuestadas). El objeto del estudio se encaminaba a conocer la actitud de los europeos ante los desarrollos científicos en el campo de la biotecnología, aunque trataba también de medir el grado de conocimiento de la ciudadanía europea sobre estas cuestiones y poner de manifiesto las fuentes de información que les merecían mayor confianza.

La segunda encuesta fue llevada a cabo en la primavera de 1993 (Eurobarómetro 39.1) en los 12 países miembros con una muestra de 13.032 individuos. La gran mayoría de las preguntas utilizadas en esta encuesta fueron idénticas a la encuesta anterior. Las nuevas preguntas se orientaron a valorar el conocimiento de los entrevistados, en particular respecto a los puntos de vista subjetivos sobre las dificultades de las preguntas, y presentó una nueva visión de las actitudes y opiniones de los ciudadanos europeos.

La tercera oleada fue puesta en práctica en el otoño de 1996 (Eurobarómetro 46.1) en la Comunidad Europea de 15 miembros con una muestra encuestada de 16.246 personas. El cuestionario fue notablemente revisado con nuevas preguntas orientadas a los principales temas de interés. Sólo se mantuvo un número reducido de preguntas de los estudios previos.

El cuarto y último, por el momento, Eurobarómetro sobre biotecnología ha sido realizado en otoño de 1999 (Eurobarómetro 52.1) con una muestra de 16.082 personas. En esta encuesta se mantuvo el esquema del cuestionario del estudio anterior, aunque se añadieron nuevas preguntas respecto a ese estudio, cuatro preguntas de tendencias y dos de tendencias modificadas, amén de una pregunta de tendencia entresacada del acervo de preguntas de la Unidad de Análisis de la Opinión Pública de la Unión Europea. Los cambios realizados a las preguntas presentes en cuestionarios anteriores, tuvieron por objeto la simplificación o eliminación de términos tendenciosos.

### **Algunos resultados y consideraciones del Eurobarómetro 1999-2000**

El último Eurobarómetro sobre biotecnología se ha llevado a cabo consultando a 16.082 ciudadanos y ciudadanas en un muestreo aleatorio, normalizando los resultados a 1000 personas por cada país miembro de la Unión Europea. En la línea de lo que se ha venido preconizando en los últimos años acerca de la conveniencia de focalizar las encuestas sobre biotecnología en una serie de cuestiones específicas, el cuestionario se centró, en siete aplicaciones concretas: *diagnóstico genético*; producción de *medicinas* por microorganismos; *biorremediación*; *clonación de células o tejidos humanos* con fines terapéuticos; *plan-*

*tas genéticamente modificadas*, para incrementar su resistencia a plagas; *clonación de animales* para obtener sustancias terapéuticas; por último, *alimentos* relacionados con la modificación genética, con la aplicación de las técnicas de la moderna biotecnología a la producción de alimentos y a la mejora de sus propiedades, como puede ser, el aumento del contenido proteico, o de los períodos de conservación o el cambio en las propiedades organolépticas. A los encuestados se les preguntó su opinión, respecto a cada una de estas aplicaciones, acerca de la utilidad, el riesgo, la aceptación moral y sobre la necesidad de apoyar su ulterior desarrollo. Estas preguntas tenían como contrapartida cuatro opciones posibles en relación con su aplicación: estar muy de acuerdo (+2); en acuerdo parcial (+1); estar en cierto desacuerdo (-1) y rechazar esa aplicación (-2). Es importante señalar que la posibilidad de realizar comparación en series temporales es uno de los objetivos esenciales de estos estudios. A este respecto, cabe indicar que cuatro de las aplicaciones planteadas en la encuesta de 1999 —diagnóstico genético, medicinas, plantas y alimentos— estaban también presentes en el cuestionario de 1996. Las otras tres aplicaciones —corrección ambiental, y clonación de células humanas y animal— se introducían por primera vez en la última ola del Eurobarómetro.

Se sigue manteniendo un perfil de notable diversidad en la actitud de las sociedades europeas ante estas cuestiones. Gaskell en sus análisis <sup>14</sup> sigue insistiendo en que el público (europeo) muestra diferentes apreciaciones según el tipo de aplicación de que se trate. En general, a partir de los datos de 1999, se puede establecer el siguiente gradiente:

- Diagnóstico genético* - Útil (no hay riesgo)
- Medicinas* - Útil (riesgo bajo)
- Biorremediación* - Útil (riesgo bajo)
- Clonación células humanas* - Utilidad media (riesgo medio)
- Plantas modificadas* - Utilidad baja (riesgo medio)
- Clonación animales* - Utilidad baja (riesgo medio)
- Alimentos modificados* - Sin utilidad (riesgo medio)

---

<sup>14</sup> George Gaskell, «Agricultura bitechology and public attitudes in the European Union», *AgBioForum* 2000, 3: 87-96. Disponible en la [www.http://www.agbioforum.org](http://www.agbioforum.org).

### **Interpretación de los autores de la encuesta (Gaskell)**

El principal autor de todos estos trabajos asume que las reacciones del público están plenamente diferenciadas según la aplicación y esta constatación se sustenta en un patrón estructural consistente. A medida que decrece la percepción acerca de la utilidad de la aplicación, se produce un aumento en el riesgo percibido, con la consiguiente caída en la aceptabilidad moral y en el apoyo a su desarrollo. El argumento central que Gaskell deriva de estos estudios para interpretar la actitud positiva del público europeo hacia (ciertas) aplicaciones de la biotecnología es la relación con el beneficio (felicidad individual). Creo que esta interpretación, acertada en términos amplios, respondería a una ética fundamentalmente utilitarista, que parece acorde con el predominio de una ideología capitalista y liberal al máximo. De todas formas, este acuerdo por mi parte necesita alguna matización como trataré de manifestar posteriormente al ofrecer con más detalle mi interpretación personal.

Sin embargo, la situación ya no es tan clara cuando se coloca el foco sobre algunas aplicaciones determinadas o se realiza el análisis teniendo en cuenta la dimensión nacional. El propio Gaskell se enfrenta a esta cuestión al observar el contraste en las actitudes ante las plantas y los alimentos. Gaskell contrapone la seguridad alimentaria a la bioseguridad y propone que son las crisis alimentarias las que han aumentado la preocupación social ante los riesgos que puede llevar aparejado el consumo de alimentos modificados genéticamente, razón por la que se rechaza la ausencia de etiquetado, lo que impide, en opinión de los consumidores, una oportunidad de elección con total libertad. Sin embargo, las plantas modificadas genéticamente suscitan menos rechazo porque el medio ambiente, tan utilizado como elemento de la oposición radical a la agricultura biotecnológica, provoca menos preocupaciones en la ciudadanía.

Otro importante elemento de contraste surge de la situación tan contrapuesta que se da en la aceptación ante la clonación de células o de animales. Aquí, como señala Gaskell, la opinión pública parece establecer juicios sobre técnicas y sus consecuencias. Se acepta más lo que parece pertenecer al mundo de la técnica (el laboratorio como símbolo) de lo que ocurre en la naturaleza (la granja como emblema)

sobre todo cuando esta naturaleza está muy próxima al hombre, incluso cabe pensar que el tema de la eugenesia está presente cuando aparece la imagen de Dolly o de otro animal que se haya obtenido por clonación.

La situación se complica más cuando el análisis se atiende a los perfiles nacionales. Existen ciertas aplicaciones como las relacionadas con la salud, diagnóstico y nuevos medicamentos, que gozan de una apreciación positiva en todos los países de la Unión Europea, aunque exista un cierto gradiente en esta actitud positiva (el diagnóstico genético es el que concita las mayores adhesiones, solo Austria revela una respuesta positiva modesta). Por otro lado, los alimentos modificados son los que suscitan el mayor rechazo, sus usos son contemplados negativamente por todos los países, con la excepción de Finlandia y España, cuyas opiniones públicas son moderadamente positivas respecto a esta aplicación. El caso de las plantas o cultivos modificados genéticamente merece especial atención. Solo dos países, Austria y Luxemburgo, recogen una opinión bastante negativa sobre esta aplicación. Otros siete países, Grecia, Suecia, Dinamarca, Irlanda, Bélgica, Reino Unido y Francia, desvelan actitudes moderadamente negativas. El resto de países muestra opiniones positivas en relación con esta aplicación de la biotecnología, desde las tibias posiciones manifestadas por Alemania hasta las bastante positivas recogidas en Portugal y España, con actitudes positivas intermedias en Italia, Países Bajos y Finlandia.

La clonación de animales es otra de las cuestiones críticas. Es una aplicación que es rechazada por las opiniones de 12 países y aceptada por sólo tres países, Finlandia, Portugal y España, aunque todas las opciones, tanto las negativas como las positivas, son bastante moderadas.

La situación de los países en relación con las series temporales muestra bastante estabilidad, con la excepción de Grecia, un país con actitudes positivas en el 96 que ha evolucionado hasta convertirse en el país con actitudes más negativas. Los Países Bajos también han evolucionado hacia una posición media bastante más positiva que la que les caracterizaba en 1996, una situación análoga a la que presenta Alemania (ha pasado de la segunda posición en la escala de actitudes negativas en 1996 a la octava en 1999; Países Bajos, por su parte, ha pasado de la séptima en 1996 a la undécima en 1999). Gaskell se resis-

te a interpretar las diferencias entre países (perfiles nacionales), y las que existen respecto a ciertas aplicaciones, en términos de diferencias culturales o religiosas. Considera esta interpretación sugestiva pero ingenua. Estima Gaskell que la explicación de las actitudes de los países se puede basar en relación al desarrollo económico.

Por ello, propone que los tres países que muestran las actitudes sociales más positivas respecto a la biotecnología, Finlandia, Portugal y España, se pueden identificar como los países con las economías más modernas y emergentes de Europa. Considera Gaskell que estos países podían contemplar la biotecnología como vehículo para alcanzar el progreso tecnológico y el desarrollo económico. Por el otro lado, países como Austria, Luxemburgo, Suecia y Dinamarca que poseen economías plenamente desarrolladas, con elevadas rentas «per cápita», aparecen como orientados a la apreciación de nuevos valores y más escépticos respecto a las relaciones entre tecnología, progreso y bienestar. Estas sociedades expresarían actitudes más críticas sobre la oportunidad de apoyar o no los nuevos desarrollos tecnológicos.

### **Interpretación desde una visión propia**

Una primera consideración debe señalar mi acuerdo con las apreciaciones generales apuntadas por Gaskell para explicar los datos generales. Creo que efectivamente, la utilidad es el factor que prima, factor que en función de su relevancia, llega a sobreponerse a los riesgos.

Dentro de este acuerdo, me parece necesario hacer alguna precisión y llegar a dar un paso más en el marco interpretativo. Pienso que lo que está dirigiendo la opinión en biotecnología es una concepción (o posición ética) «utilitarista» egoísta, extrema, marcada por los intereses y la importancia que esta posición egoísta-interesada concede a uno u otro de los bienes. La salud, bien colectivo pero de trascendencia inmediata para el individuo, es mucho más valorado que el medio ambiente, bien colectivo pero cuya incidencia inmediata sobre los individuos es percibida desde mayor distancia y con menor repercusión. De ahí las diferencias de apreciación entre la aplicación a usos agrícolas —más incidencia sobre el medio— y a productos alimenticios, con mayor repercusión sobre la salud. Por otro lado, pero en la misma dirección argumental, los intereses de los consumidores, esen-

cialmente individuales, se superponen a los intereses de cualquier otro colectivo, agricultores, comunidades, regiones, estados. Estimo además que estas consideraciones sitúan en su verdadera posición el peso de la cultura y los valores, en cuanto moduladores de intereses; no deberían, por lo tanto, desecharse como factores que configuran opiniones, aludiendo a su ingenuidad.

Por todo este conjunto de factores, tampoco creo en la totalidad de los argumentos que esgrime Gaskell para explicar la posición de los países que ocupan los extremos en actitudes respecto a la biotecnología. Comparto la idea de que la economía y el nivel de desarrollo de los países puede ser un factor explicativo, pero no de modo lineal sino que hay que contemplar el análisis contextual. Finlandia, Portugal y España son tres países muy diferentes respecto al esfuerzo en I+D e innovación. Finlandia es uno de los países que más recursos destina proporcionalmente a esas actividades y es también uno de los países europeos que mejor establece la conexión entre investigación y desarrollo económico e industrial. España y Portugal son, por su parte, los países europeos que menor esfuerzo prestan a la I+D y la innovación y que con mayor dificultad alían la conexión entre producción de conocimiento y su utilización. Sin embargo, los tres países poseen en común el haber basado una parte importante de su desarrollo económico y social en recursos naturales, y no haber gozado del estatuto de país industrializado. Sin embargo, hay que insistir en que las diferencias son notables. De modo directo las podríamos resumir con los siguientes *slogans*: Finlandia, «creo en la tecnología y puedo competir con ella», Portugal, y España, «queremos creer en la tecnología y quizá lleguemos a poder competir con ella».

Esta interpretación personal encuentra mayor apoyo en datos que proporciona el propio Gaskell, cuando trata de condensar la lógica que hay detrás de las actitudes de las sociedades, ante el tema más conflictivo que es el de las aplicaciones de la moderna biotecnología a la producción de alimentos. Agrupando las opiniones de los que apoyan y toleran el riesgo, la situación cambia y la Europa de los 15 muestra un panorama muy distinto. Siete países muestran actitudes favorables (50 por ciento o más) con Países Bajos a la cabeza (un país con importante desarrollo agrícola y agroalimentario), seguido por España, Finlandia, Irlanda, Portugal, Italia y Alemania. Dos países muestran actitudes neutrales (Bélgica y Reino Unido) y sólo seis países,

Suecia, Dinamarca, Francia, Luxemburgo, Austria y Grecia) revelan actitudes negativas. Ninguno de estos países, con el sorprendente caso de Francia —aunque también se pueda explicar en función de intereses—, presentan una importante base de su desarrollo en el sector agrícola y agro-alimentario.

En un contexto «ultra-dominado» por los intereses, de carácter esencialmente egoísta, parece lógico que la información —transmisión de mensajes actuales, oportunos, sagaces, sutiles— prevalezca sobre el conocimiento —persecución de la (o de una) verdad basada en hechos contrastados y evaluados.

En mi opinión, es dentro de este contexto donde está situado el debate y las decisiones políticas que se suceden de él en torno al tema de la agricultura biotecnológica y de su aplicación a la alimentación. A continuación iré desgranando algunos de los datos que se vienen generando en este debate, aderezados con opinión y comentarios propios.

Una de las consecuencias de la situación que hemos venido dibujando es que no se identifica un único factor en la responsabilidad de la resistencia desarrollada en ciertas partes del mundo, con especial relevancia en el caso europeo y en algunos países del tercer mundo como es el caso de la India, respecto a los alimentos modificados genéticamente.

Por eso se pueden invocar una serie de factores, sin orden de preeminencia, como son:

- El rechazo de los consumidores a asumir riesgos cuando no perciben beneficios directos.
- La falta de confianza en las agencias responsables de la regulación de los alimentos en Europa y en otras partes del mundo.
- La coincidencia (desafortunada) de la comercialización de alimentos modificados genéticamente con las crisis alimentarias (ejemplificadas con el caso de las «vacas locas»).
- Una percepción creciente —movilizada por ciertos hechos y subdebates que han tenido lugar en el seno de la comunidad científica— sobre la falta de rigor de los científicos para gestionar las consecuencias de las nuevas tecnologías.
- Los intereses proteccionistas de los gobiernos europeos que se reflejan en las barreras al comercio de cultivos (y alimentos) modificados genéticamente.



- La obstinada actitud de los Estados Unidos ante la demanda de los consumidores (europeos) respecto al etiquetado de tales alimentos y al «derecho a saber» reclamado por los consumidores.
- Sentimientos anti-americanos.
- Tratamientos sesgados y sensacionalistas de estos temas por parte de los medios de comunicación.

### La disección de la compleja controversia sobre alimentos transgénicos

Como ya hemos apuntado, ninguno de estos factores puede dar cuenta por sí solo de la existencia de una reacción negativa de la gran mayoría de la sociedad europea —aunque existan importantes diferencias entre los países de la Unión Europea— ante los alimentos modificados genéticamente.

A lo largo de los últimos diez años, hemos venido trabajando en la disección de los diferentes elementos que pueden intervenir en la configuración y modulación de la actitud social ante las aplicaciones de la nueva biotecnología en la agricultura y la alimentación. La metodología seguida ha sido mixta, basada en la combinación de la aproximación empírica y analítica de los estudios sobre percepción pública de la biotecnología con la reflexión filosófica y ética que suscitan los nuevos avances y sus aplicaciones. Nuestra aproximación se apoya tanto en los trabajos experimentales y descriptivos como en los ensayos preparados bajo demanda para eventos específicos.

En estos trabajos <sup>15</sup> se han podido identificar cinco bloques de contraposición y controversia que son: confianza (en los expertos) y

<sup>15</sup> Emilio Muñoz, «Acción y reacción en la percepción pública de la biotecnología», *Libro Verde de la Biotecnología en la Agricultura*, (Madrid: Sociedad Española de Biotecnología (SEBIOT), 1997), pp. 111-120.

Emilio Muñoz, «Nueva biotecnología y sector agropecuario: el reto de las racionalidades contrapuestas», *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, A. Durán y J. Riechmann coords., (Madrid: Editorial Trotta, Fundación 1.º de Mayo, 1998), pp. 119-140.

Emilio Muñoz, «Plantas transgénicas y sociedad: unas relaciones complejas», *La Biotecnología Aplicada a la Agricultura*, SEBIOT, coord. (Madrid: SEBIOT, EUMEDIA, Colección Vida Rural, 1999), pp. 239-255.

Emilio Muñoz «Los cultivos transgénicos y su relación con los bienes comunes», *Bioética 2000*, M. Palacios, coord., (Oviedo: Sociedad Internacional de Bioética (SIBI), Ediciones Nobel, 2000), pp. 373-385.

Emilio Muñoz, «Ética y principios en la agricultura biotecnológica: debate sobre la precaución y la equivalencia sustancial», *Revista de la Sociedad Internacional de Bioética, SIBI*, 2001, n.º 6: 35-54.

comprensión social; riesgos y beneficios; intereses (tipos de agricultura, bloques, países); racionalidades y valores. En lo que sigue, presentaremos de modo esquemático sus características, bases y consecuencias.

### **Confrontación entre confianza y comprensión pública**

No es el objetivo principal de este trabajo discutir acerca de los muchos problemas que presenta el análisis de la comprensión pública de la ciencia y de las actitudes sociales ante el uso de nuevas tecnologías ni de las dificultades metodológicas que su medida encierra. En el presente caso, me remito a utilizar los estudios sobre percepción pública y biotecnología, sustentados esencialmente en el modelo del «déficit cognitivo» para poner de manifiesto las diferencias (conflictos) que se dan entre los resultados sobre nivel de comprensión (conocimiento, información) del público en general sobre datos y hechos científicos y el empleo de nuevas (bio)tecnologías en relación con la confianza en los expertos.

Los datos son preocupantes, y justifican en mi opinión el conflicto social sobre los cultivos y alimentos transgénicos. No existe relación directa entre nivel de conocimiento y confianza en los datos. Los datos desvelados por las encuestas realizadas con los ciudadanos de los países miembros de la Unión Europea y países relacionados (Noruega, Suiza) nos revelan que un mayor nivel de comprensión (conocimiento) de la ciencia y la tecnología se refleja en una mayor desconfianza en los científicos. La tendencia es además muy acusada en esta dirección; las encuestas más recientes ofrecen datos más concluyentes sobre este punto.

Parecería que, a medida que el mundo se ha hecho más complejo respecto a la creciente importancia del progreso científico-técnico y a su influencia en el desarrollo socio-económico y en el aumento de la calidad de vida de los ciudadanos, se ha adquirido también conciencia de los posibles efectos negativos sobre el medio ambiente y se han empezado a ponderar eventuales consecuencias de tal progreso sobre la salud individual y colectiva. Consecuentemente, las sociedades avanzadas han ido perdiendo confianza en la autoridad científica y en las ins-

tituciones que sustentan la actividad científico-técnica. Esta pérdida de confianza coincide con la actitud de quienes son, en estos momentos, los principales mensajeros sociales, los periodistas, los cuales son, a su vez, quienes están ganando la confianza de la sociedad.

Cabe concluir, con indudable preocupación, que muchos años de trabajo, preparación y formación en los centros básicos de producción del conocimiento —universidades, centros de investigación— no cuentan apenas frente a la información suministrada en un medio de comunicación que puede haber entrado en contacto con la noticia (científica o técnica) apenas unos momentos antes de lanzarla.

La conclusión más importante de esta situación es que la controversia científica a través de los medios de comunicación —como ha ocurrido fundamentalmente con el caso de los alimentos modificados genéticamente o derivados de ellos— es ineludible, pero es una trampa. La sociedad, y en general los medios de comunicación, ignoran cómo es el método científico, cómo progresa (y retrocede) la ciencia; no existe conciencia de un hecho que no me canso de repetir (excuso la autocita): «La ciencia no da lugar a dogmas “ausencia de crítica” da lugar a verdades, en el sentido heideggeriano de descubrimiento, que están sujetas a revisiones por nuevos descubrimientos».

El caso de Asilomar pone bien a las claras la dificultad de la situación. La organización de la conferencia Asilomar fue la consecuencia de una serie de movimientos promovidos por los propios científicos que habían contribuido a los descubrimientos, preocupados por el potencial que los experimentos con el DNA recombinante («ingeniería genética») encerraba y los posibles riesgos de generar organismos peligrosos. Berg y varios colegas organizaron la reunión Asilomar, conocida oficialmente como *International Congress on Recombinant DNA Molecules*, pero referida popularmente como Asilomar, un centro de congresos en la costa oeste de los Estados Unidos, con un doble sentido: el de la responsabilidad y el de la urgencia. Los científicos implicados en los hallazgos estaban deseosos de poner en marcha las posibles aplicaciones de la nueva tecnología, que además por decisión de un comité de la Academia Nacional de Ciencias presidido por Berg, había establecido, en una decisión sin precedentes en el mundo de la ciencia y la técnica, una moratoria voluntaria sobre diversos tipos de experimentos con DNA recombinante hasta que se evaluaran los riesgos. Los organizadores de la reunión de Asilomar tomaron la

decisión de dejar de lado los aspectos éticos, para concentrarse en las cuestiones relacionadas con la seguridad, un aspecto en el que pensaban que podían ser más eficaces por su formación y su actividad científica. Se acordaron una serie de directrices, que posteriormente fueron desarrolladas por los Institutos Nacionales de la Salud (NIH), proceso que permitió que la investigación continuara, e incluso persuadió al Congreso de la poca conveniencia de establecer legislaciones restrictivas. Desde entonces, más de un cuarto de siglo después, se han realizado experimentos, en un número casi incontable, con técnicas de DNA recombinante en ambientes cerrados —experimentos en laboratorio— sin que haya habido registro de un solo problema, ni incidente.

Para recordar el 25 aniversario de esa reunión histórica, a la que se presta escasa atención mediática, social y política, en febrero del año 2000, se celebró un nuevo encuentro multidisciplinar en el Centro de Conferencias Asilomar en el que participaron 55 personas: científicos, abogados, historiadores, especialistas en ética <sup>16</sup>.

Tras los 25 años transcurridos, los científicos presentes en el «nuevo Asilomar» reconocían que la situación era muy distinta. En primer lugar, los científicos admitían que ya no existía un sentimiento de urgencia por considerar que las tecnologías eran seguras. Este optimismo contrastaba con el reconocimiento por parte de los propios científicos de las fuertes reacciones sociales —con Europa como cita obligada, no sin sorpresa, para los norteamericanos— cuando se habla de cultivos modificados genéticamente. Los especialistas en ética apuntaban que «los riesgos no pueden ser evaluados únicamente por los científicos, aunque su contribución sea muy importante, ni pueden tomar las decisiones por sí solos». La propia comunidad científica no es tampoco la misma de hace 25 años.

En estas circunstancias, parece necesario plantear nuevas iniciativas y estrategias que resumimos a continuación:

- Mayor participación de los científicos en la divulgación de los avances científicos y de sus posibles aplicaciones, con el obje-

---

<sup>16</sup> En la histórica conferencia de febrero de 1975, se reunieron 140 participantes biólogos con un pequeño grupo de médicos y abogados y 16 representantes de los medios de comunicación (prensa fundamentalmente), véase Marcia Barinaga, «Asilomar revisited: Lessons for today», *Science*, 2000, vol. 287 (March 3), pp. 1584-1585.

tivo de hacer accesible el conocimiento científico, cómo se produce y se gestiona, cuáles son sus características comunes y diferenciales con otros tipos de producción. En una línea de actuación que cuenta ya con notables cultivadores en España, concretamente en el caso de la biotecnología vegetal se deben mencionar los nombres de Francisco García Olmedo con libros como: *La Revolución Verde* (1998); *Entre el placer y la necesidad* (2001), *La agricultura española ante los retos de la biotecnología* (García Olmedo y otros, 2001); Daniel Ramón (*Los genes que comemos*, 1999); Pere Puigdoménech con continuas apariciones en los medios de comunicación y con alguna incursión en la narrativa sobre estos temas. Personalmente he hecho alguna contribución sobre este tema con el libro editado por Temas de Hoy en 1991, *Genes para cenar*, y el libro *Biotecnología y Sociedad* de Cambridge University Press.

- Desarrollo de sistemas y metodologías de evaluación de la información que se transmite por los medios de comunicación sobre el tema que nos ocupa (la agricultura biotecnológica, los cultivos y alimentos transgénicos) en función de una serie de parámetros: marco de referencia, agenda, contexto socio-político, tipo de información, calidad de la misma, modelos en el análisis de la comprensión de la ciencia por parte de la sociedad (lineal, interactivo...).

### **Comparación entre riesgos y beneficios**

Este es uno de los puntos básicos sobre los que circula el debate social de los alimentos modificados genéticamente.

A continuación, vuelvo a insistir en algunos de los problemas que considero fundamentales respecto a esta cuestión.

- Desde el punto de vista metodológico se observan sesgos en las encuestas que persiguen la identificación de las actitudes sociales y la medida de la percepción pública en relación con diversas aplicaciones de la biotecnología. En la mayoría de las encuestas generales realizadas en Europea —tipo Eurobarómetro—, las preguntas sobre las aplicaciones en el sector

agroalimentario tienden a formularse sobre los riesgos posibles, mientras que no se hacen preguntas respecto a los potenciales beneficios. La situación es la inversa cuando se analizan las preguntas sobre las aplicaciones biotecnológicas en el sector salud: las interrogantes se centran en los beneficios, sin plantear cuestiones sobre los riesgos. Las preguntas sobre las aplicaciones de la nueva biotecnología sobre los animales tienen un carácter neutro: se coloca al ciudadano interrogado frente a su actitud sobre los animales (no sobre las técnicas ni sus ventajas y/o inconvenientes).

- Desde el punto de vista cognitivo, se insiste en la idea de que las posiciones optimistas y pesimistas respecto a la aceptación de riesgos en las aplicaciones biotecnológicas, tienen su razón de ser en los diferentes niveles de conocimiento respecto a las fuentes de riesgo y su posible impacto.

La asunción de que la comprensión de la ciencia y la tecnología requiere poseer, al menos, conocimientos básicos de los hechos y una adecuada información sobre el método científico y su forma de aproximarse a la realidad de los hechos es correcta. El problema reside en la distancia que separa a los expertos de los inexpertos (ciudadanía) en los diferentes modos y modelos de unos y otros para aproximarse a la evaluación de las tecnologías.

Esta distancia se agranda si tenemos en cuenta la asimetría existente en lo que concierne a las fuentes de información: la confianza en las fuentes va a determinar el mayor o menor peso y uso de un tipo u otro de fuentes. En resumen, nos encontramos de nuevo ante un problema de «confianza y credibilidad».

No es fácil encontrar, ni siquiera proponer, soluciones ante esta situación. Se me ocurre avanzar dos:

- Desde el plano metodológico, parece plausible, insistir en la propuesta de desarrollar encuestas más sofisticadas y focalizadas. Este punto ha sido profundamente analizado anteriormente por otros autores. De hecho, encuestas más específicas realizadas en Estados Unidos o en el Reino Unido sobre la aceptación del uso de la modificación genética aplicada a la agroalimentación, revelan actitudes mucho más positivas que las que se obtienen en encuestas inespecíficas, generalistas,

con muy limitada sofisticación analítica tanto en el planteamiento como en el diseño.

- En los aspectos cognitivos, me permito recomendar una mayor implicación de la comunidad científica en los trabajos relacionados con el análisis de riesgos y proyectos de investigación orientados al control y seguimiento de la experimentación y aplicación en el ámbito de la agricultura biotecnológica.

Los asistentes a la versión 2000 de Asilomar apuntaban en esta misma línea de argumentación: reconocimiento del déficit en investigación sobre bioseguridad y, lo que es peor aún, en la dificultad de este tipo de investigación para ser admitida en el «club de la excelencia» de la comunidad científica.

Una problemática adicional de este segmento de la actividad tan necesaria para aumentar la confianza social en el papel de la ciencia y la tecnología y para volver a ganar credibilidad de los expertos, viene dada por las dificultades para transmitir información sobre estas cuestiones en los medios de comunicación por causas obvias: temática aburrida, sin sensacionalismos, resistencia de los medios a adentrarse en el terreno de la lógica científica, ausencia de resultados espectaculares, escaso reconocimiento para estas actividades por parte de los líderes científicos.

### Los conflictos entre intereses

La confrontación entre intereses emerge con nitidez, en mi opinión, en la controversia social sobre la aplicación biotecnológica a la agricultura. Así lo he puesto de relieve en algunos trabajos previos <sup>17</sup>. Este tema es tan amplio y complejo que podría ser en sí mismo objeto de otra ponencia. Me remitiré a delinear algunos de los puntos más sobresalientes de este conflicto:

- Intereses confrontados entre los distintos tipos de agricultura (orgánica, convencional o industrial y biotecnológica).

---

<sup>17</sup> Véase Muñoz, «Implicaciones socio-económicas de la biotecnología: nueva política científica y nuevos contextos cognitivos» en *Biología y Sociedad* S. Bergel y A. Díaz, orgs. (Buenos Aires - Madrid: Ciudad Argentina, 2001) pp. 365-412, y Emilio Muñoz «Percepción pública y biotecnología. Patrón de conflicto entre información, conocimiento e intereses» en *Plantas Transgénicas*. E. Iañez, ed. (Granada: Editorial Comares), en prensa.

- Conflicto entre los sectores agroalimentarios: productores de semillas, agricultores, transformadores y distribuidores.
- Conflictos geoestratégicos con la agricultura como rehén (Estados Unidos frente a Europa, Europa frente a Asia, los países en desarrollo ante el mundo occidental en su conjunto y frente a cada uno de los grandes bloques).
- Conflictos en el seno de la Unión Europea: los países predominantemente consumidores frente a los países productores, el problema de la Política Agraria Común.
- Conflictos en el seno de las grandes firmas: evolución de las fusiones entre empresas agroquímicas y farmacéuticas ocurridas hace unos pocos años, hacia la separación en un periodo de pocos años. «Desandar el camino andado».
- Posibles conflictos derivados de los nuevos usos de la agricultura para producir sustancias de alto valor añadido.

### **Las racionalidades contrapuestas**

En el libro editado por A. Durán y J. Riechmann, mi artículo sobre el reto de las racionalidades contrapuestas aborda las relaciones conflictivas entre diversas formas de aproximarse a las implicaciones de la nueva biotecnología en el sector agropecuario.

En ese análisis, recorro la conveniencia de situar el debate bajo el paraguas de unas definiciones claras y bien establecidas. Sitúo el marco conceptual en la línea de la Sociedad del Riesgo y el primer conflicto entre expertos y ciudadanos, abundando en lo que se ha señalado anteriormente: las diferencias en confianza, la distinta forma de visualizar, (y valorar) el riesgo y los juicios diferentes, (las «racionalidades rivales o contrapuestas»). Presento a continuación una valoración de la situación del sector: logros, riesgos, reacciones sociales. Se resume esta valoración con una exposición de la crítica social en la que se enfrentan las posiciones críticas a los argumentos de la racionalidad científico-técnica. La propuesta trata de defender el debate racional con la integración en España de modernas iniciativas de diálogo social.



## Los valores

La relevancia de los valores emerge en cuanto se profundiza en los resultados de las encuestas acerca de las actitudes sociales ante las nuevas tecnologías. Una sociedad como la alemana, acostumbrada a apreciar el valor de la técnica como instrumento básico para el progreso económico y social, muestra actitudes más tolerantes hacia las aplicaciones que hacia los avances científicos que levantan el fantasma de la eugenesia. Una sociedad como la española, poco familiarizada con el valor de la tecnología como motor de desarrollo, muestra unas actitudes opuestas: su posición ante los avances científicos es más positiva (el imperativo romántico) que frente a las aplicaciones. Los análisis comparados sobre estos temas son los que han puesto de manifiesto la importancia de los valores, o en términos más concretos, de la cultura.

De aquí las limitaciones que presentan las encuestas para dos cosas: a) medir la dimensión de la información que se posee, en función de las raíces socio-históricas, y de aquella que se transmite, sobre la ciencia y la tecnología (o la tecnociencia como prefieren llamar algunos autores entre los que se cuentan los filósofos españoles, J. Echevarría y José Sanmartín)<sup>18</sup>; b) construir indicadores de cultura científica por sí mismos y en relación con otras dimensiones culturales. Los datos de las encuestas no son autoexplicativos, se necesita como he señalado repetidamente a lo largo de los últimos años, conocer el contexto, analizar sistémicamente el campo que exploramos y los elementos y factores que lo construyen y lo condicionan: por ejemplo, los mitos, los retos, los héroes, las transformaciones. Me parece importante constatar, con un punto de satisfacción, que estas ideas que he venido defendiendo coinciden, en sentido amplio, con las posiciones de otros investigadores y analistas de estas cuestiones Bauer, Durant, Sorensen<sup>19</sup> sin que hayamos tenido la oportunidad de intercambiar opiniones y de discutir sobre ellas. Lo que nos ha unido, era la preocupación analítica por el mismo tema: la familiaridad del público —con las dificultades que este término encierra para ser identi-

---

<sup>18</sup> Para una reflexión en profundidad sobre la relación entre ciencia y la acción de valorar remito a la reciente obra de Javier Echevarría, *Ciencia y valores* (Madrid: Destino, 2002).

<sup>19</sup> *Between Understanding and Trust. The Public, Science and Technology*, pp. 151-156, 157-158, 237-260.

ficado y abarcado convenientemente— con la ciencia y la tecnología y su relación con el grado de aceptación de las nuevas tecnologías; en nuestro caso, de la biotecnología. Hemos alcanzado un consenso virtual a través de la reflexión.

Los indicadores culturales reflejan la medida del *stock* de imágenes, creencias y valores que existe en una población. En el caso más concreto que nos ocupa, este «almacenamiento» se refiere a la ciencia y la tecnología. Son el resultado de un proceso de hibridación, teñido además por una importante promiscuidad entre imágenes populares, míticas, religiosas, morales, y otras tradiciones, lo que constituye la base para el futuro desarrollo de la ciencia (y la tecnología).

A medida que se ha venido constatando que la ciencia no es neutra, o más concretamente que la actividad científica está sujeta a una serie de condicionantes, la sociedad, y los medios de comunicación como intermediarios, han ido aumentando su desconfianza en los expertos, a la par que, paradójicamente, han depositado más confianza, hasta el punto de sacralizarlos, en los hechos científicos, tanto para la crítica como para la alabanza, ambos extremos practicados con exageración en la mayoría de los casos (la hipérbole instaurada como práctica).

### **Algunas lecciones de esta controversia para el tema de la percepción**

He tratado de presentar una visión de la controversia social sobre los cultivos transgénicos desde una perspectiva holística. La puesta en evidencia de los múltiples factores que en ella intervienen, pone de manifiesto, consecuentemente, las dificultades que existen para su entendimiento y su debate desde una perspectiva racional. Desde la plataforma de la complejidad, se revelan igualmente las deficiencias que encierran las metodologías que se aplican para medir los factores que condicionan el debate social sobre la agricultura biotecnológica.

Las propuestas que nos atrevemos a indicar para avanzar por una senda que apunta a trayectorias con derivada positiva, pasan por abogar por más reflexión, más investigación y una mejor información.

- a) Hace falta mejorar la metodología analítica con una superación en el planteamiento y diseño de las encuestas. La interpretación de los resultados que requiere más y mejores esfuerzos, podrá ganar, sin duda, con estas mejoras metodológicas.
- b) Es preciso indagar en el desarrollo de indicadores culturales y progresar en la experimentación cualitativa, lo que permitiría la identificación y caracterización de los contextos, un factor decisivo para comprender las reacciones del público.
- c) Es necesaria una mayor intervención de los científicos en la diseminación de los hechos científicos, de su significado, de los instrumentos y caminos por los que se genera el conocimiento, así como de los mecanismos por los que se valora su producción.
- d) Por último, y no menos importante, parece imprescindible desarrollar metodologías que permitan evaluar la información que se transmite a la sociedad, desde los medios de comunicación, sobre todo. Pero también desde las instancias políticas y sociales que intervienen en la controversia sobre la aplicación de nuevas tecnologías.

### **Percepción de la biotecnología: Europa y España. A modo de resumen**

La investigación sobre las percepciones públicas de la biotecnología ha ido creciendo en intensidad y complejidad a lo largo de la última década. Se ha considerado fundamental trascender de la visión meramente descriptiva que ofrece la respuesta del público a la tecnología como si se tratase de una simple reacción, para intentar comprender la construcción y expresión de esas opiniones según entornos de valores simbólicos.

La metodología de muestreo y recogida de los datos está bien establecida de forma que es posible tratar la Unión Europea como un objeto de análisis, a pesar de su complejidad y diversidad, y al mismo tiempo, conseguir identificar los diferentes perfiles de cada estado. Otro de los importantes avances conseguidos en el ámbito de la me-

todoología ha consistido en lograr focalizar las encuestas en una serie de aplicaciones, lo que facilita la caracterización de los perfiles nacionales y permite un mejor marco de comparación para examinar la evolución de las opiniones.

El problema fundamental reside en los elementos cognitivos que se utilizan para la configuración de las encuestas y los factores explicativos que ayuden a la interpretación de los resultados.

Los primeros esfuerzos en este sentido tienen su base en la línea del «déficit cognitivo». Se consideraba que la actitud más o menos favorable a la tecnología guardaba una proporción directa con el grado de información (o conocimiento) de la ciudadanía. Por ello las encuestas fueron diseñadas inicialmente con dos propósitos: medir el nivel de conocimiento científico y técnico y correlacionarlo con las opiniones ante la biotecnología contemplada de un modo generalizado. Los primeros resultados fueron bastante contrarios a la racionalidad argumental sobre la que se había basado el análisis de las opiniones públicas. La sociedad norteamericana mostraba un menor nivel de cultura científico-técnica que las sociedades europeas, pero sus actitudes ante las aplicaciones de la biotecnología eran mucho más positivas. Dentro de la Unión Europea, los países más educados en los aspectos científicos y tecnológicos, como era el caso de Alemania, Países Nórdicos, Reino Unido, se mostraban más escépticos y negativos respecto al futuro de la biotecnología y sus aplicaciones. Por el contrario, los países con menor nivel de conocimiento científico, España, Grecia, Portugal, revelaban las posiciones más favorables. Grecia ha evolucionado a posiciones muy contrarias sin que se conozcan las razones.

El hecho de que las aplicaciones relacionadas con la salud humana fueran consideradas como más aceptables por la ciudadanía europea llevó a utilizar como línea explicativa la importancia de los intereses para el usuario último, el consumidor final, para dar cuenta de los distintos posicionamientos ante el empleo de la biotecnología en los Estados Miembros. La identificación de diferencias según el objeto de la modificación genética —los animales eran menos aceptados para esta modificación que las plantas, y éstas menos que las bacterias— encaminó los argumentos explicativos de los perfiles nacionales hacia la referencia a diferencias culturales y religiosas. Esta interpretación ganaba apoyo cuando la comparación se centraba en las

aplicaciones relacionadas con la modificación de animales; España daba cotas muy altas de aceptación, un reflejo de la relación poco amistosa de los españoles con los animales. Sin embargo, este argumento ha sido tildado por Gaskell<sup>14</sup> de ser cuando menos ingenuo y poco consistente.

Gaskell ha buscado la posible explicación de la posición de los países en relación con el desarrollo económico. Apunta que los tres países que muestran las opiniones más favorables con respecto a la moderna biotecnología, Portugal, Finlandia y España, son las nuevas economías emergentes y modernizadoras de Europa y apunta a que estos países quizás contemplen la biotecnología como un instrumento para acceder al progreso tecnológico y el desarrollo económico.

Este argumento, independientemente de su certeza, es cuando menos tan ingenuo como el que invoca, en opinión del propio Gaskell, las creencias y los valores culturales.

Algunos contra-argumentos que se pueden plantear son los siguientes:

1. Las economías de los tres países son muy diferentes tanto en los instrumentos que han utilizado para el crecimiento económico como en las estrategias para ese objetivo: tecnología en un caso, turismo y servicios en otros.
2. No se puede decir que Portugal y España sean economías más modernizadas que Irlanda en términos de indicadores de innovación.
3. El elemento de modernización de las economías de Portugal y España no es la estrategia tecnológica e innovadora. El sistema en biotecnología en esos países está poco desarrollado. No ha habido ninguna estrategia explícita de potenciación económica de esos dos países del Sur de Europa que haya apostado por la biotecnología.

Parece lógico admitir, por lo tanto, que la interpretación de los resultados sobre opinión y actitudes relativas a la biotecnología es una tarea ardua y difícil, que no puede sustentarse en una única dirección explicativa. Es razonable considerar que en la configuración de estas opiniones intervienen una serie de factores, casi todos los que se han venido considerando hasta ahora como factores explicativos únicos y aislados de contexto. Cabe mencionar: elementos cognitivos que in-

fluyen tanto en sentido positivo como negativo; trayectorias en la difusión de información de acuerdo con el desarrollo científico-técnico; intereses, tanto particulares como colectivos y generales; valores culturales y sociales.

Dentro de este complejo contexto, se puede argumentar que el caso español en la percepción pública de la biotecnología es un reflejo de una serie de factores: limitados niveles de conocimiento; una voluntad continuada para seguir apostando por la modernización —un objetivo que España ha logrado alcanzar tras notables esfuerzos—; capacidad para aceptar y asumir riesgos, cuando esos riesgos se ven desde una cierta distancia y que, por otro lado, se estiman apropiados para alcanzar algunos beneficios. Sobre todo si están fundamentalmente relacionados con el proceso de modernización, una apuesta que en España se caracteriza por una mejoría en la capacidad de los recursos humanos y en el terreno de los servicios.

## **LOS MEDIOS**





# Ciencia en los medios de comunicación

**Vladimir de Semir**  
**Gemma Revuelta**

*Los medios de comunicación se han convertido en una pieza fundamental para la transmisión del conocimiento científico al público y para la configuración de una cultura científica en la sociedad. Jane Gregory y Steve Miller en su publicación *Science in Public*<sup>1</sup> nos recuerdan que «incluso los museos científicos más importantes, como por ejemplo el Museo de Historia Natural de Londres, sólo pueden esperar tener tantos visitantes en todo un año como los que ven una única edición del programa semanal divulgativo *Horizon* (BBC) de televisión.»*

El eurobarómetro «Europeos, ciencia y tecnología» de diciembre de 2001 ha mostrado claramente cuáles son las fuentes de información —no excluyentes entre sí— sobre temas científicos para los ciudadanos de los estados miembro de la UE:

TV: 60,3%  
Prensa: 37%  
Radio: 27,3%  
Escuela y universidad: 22,3%  
Revistas científicas: 20,1%  
Internet: 16,7%

Los medios de comunicación han sustituido, por tanto, prácticamente de forma exclusiva la diversificación de las muchas fuentes de información que alimentaron los primeros días de la transmisión del conocimiento científico en siglos anteriores. Otros datos avalan este hecho: 85,8% de los habitantes de grandes ciudades reciben informa-

---

<sup>1</sup> Jane Gregory & Steve Miller, *Science in Public: Communication, Culture and Credibility*, Nueva York, Plenum Press, 1998, p. 211.

ción sobre avances científicos, médicos y tecnológicos de la televisión, la prensa, periódicos o revistas especializadas, radio e Internet, y sólo un grupo limitado de personas incorpora los libros, las conferencias sobre divulgación científica y las visitas a los museos de ciencia como fuentes adicionales en su acceso a la cultura científica <sup>2</sup>.

Es interesante conocer con cierto detalle la segmentación por países en el citado eurobarómetro para conocer cuáles son las fuentes de información sobre temas científicos preferidas en cada caso (los datos correspondientes a España ocupan la quinta columna) <sup>3</sup>.

	BE	DK	GE	GR	ES	FR	IR	IT	LU	NL	AU	PO	FI	SW	UK	EU15
TV	63,6	60,6	67,7	62,2	52,5	64,6	61	48,8	42,3	59,4	64,6	59,1	59,1	66,2	60,4	60,3
Prensa	37,3	39,3	43,9	30,1	25,8	34,7	39,1	28,1	29,5	49,2	41,2	22,8	50	46,4	42,2	37
Radio	29,7	22,7	25,5	33	33,6	33,7	39,6	15,9	24,4	35,7	41	28,3	21,4	24,6	25,6	27,3
Escuela	24,8	27,9	14,2	28,7	24,7	17,4	20,5	34,3	19,1	26,9	14,3	19,1	26,6	23	22,9	22,3
Revistas	20,9	16,9	15,4	13,2	16,9	20,8	14,4	33,1	13,9	21,2	16,1	8,1	22,4	21,2	18,7	20,1
Internet	18,4	15,8	13,7	10,4	13,5	9,5	20,3	23,7	14,3	23,3	16,4	13,7	18,3	14,1	22,8	16,7

El eurobarómetro también aborda una serie de preguntas referentes a las actitudes hacia los diversos medios de información científica y los resultados fueron los siguientes:

	Acuerdo	No acuerdo	No saben
Prefiero ver programas de televisión sobre ciencia y tecnología antes que leer artículos sobre este tema	66,4	23,8	9,9
Casi nunca leo artículos sobre ciencia y tecnología	60,6	33,5	6,0
Hay demasiados artículos y programas sobre ciencia y tecnología	18,0	65,8	16,1
Los desarrollos científicos y tecnológicos a menudo se presentan demasiado negativamente	36,5	39,1	24,4
La mayoría de periodistas que tratan temas científicos no tienen los conocimientos ni formación necesarios	53,3	20,0	26,7

La primera consecuencia es que *dos tercios de los europeos «prefieren ver programas de televisión sobre ciencia y tecnología antes que leer artículos sobre ese tema»*, lo cual proporciona una respuesta coherente

<sup>2</sup> Encuesta de la Concejalía «Ciudad del Conocimiento» - Ayuntamiento de Barcelona, septiembre del 2001.

<sup>3</sup> Los datos completos del eurobarómetro «Europeos, ciencia y sociedad» pueden ser consultados en [www.upf.es/occ/cat/Eurob-eng1.doc](http://www.upf.es/occ/cat/Eurob-eng1.doc).

con la elección abrumadora de la televisión que hemos visto anteriormente. Aproximadamente el mismo número de encuestados (60,6%) afirman que «en pocas ocasiones leen artículos sobre ciencia y tecnología». Sin embargo esta respuesta sólo la dan el 48,6% de las personas que han cursado estudios durante más tiempo (que dejaron la escuela o la universidad cuando tenían más de 20 años). Esta baja tasa de lectores declarados, no implica que haya «demasiados artículos y programas sobre ciencia y tecnología», opinión que es rechazada por el 65,8% de los encuestados y el 75,9% de los que han realizado estudios durante más tiempo.

En cuanto a las preguntas relacionadas con la calidad de la información proporcionada por los medios, el 36,5% de los europeos creen que «los desarrollos científicos y técnicos se presentan demasiado negativamente» pero una proporción mayor (39,1%) está en desacuerdo. Además, el 53,3% cree que los periodistas que escriben sobre temas científicos no tienen los conocimientos o formación adecuados.

Estas opiniones demuestran que el 25% de los europeos cree que la información científica es demasiado pesimista y que los periodistas no están bien formados. Este punto de vista no varía en función de la edad. Sólo es ligeramente superior entre las personas que se definen como «informadas» e «interesadas» por la ciencia (31,5%).

## El público se siente poco informado

Con el objetivo de comprender las actitudes de los europeos hacia la información científica de forma más precisa, es interesante combinar el grado de información y los términos de interés exteriorizado:

Informado e interesado	29,1
Interesado pero no informado	14,7
Ni informado ni interesado	45,8
Otros	10,4

Cuando se combinan estos resultados podemos ver que ligeramente *menos del 75% de los europeos (29,1%) afirman que están informados e interesados por la ciencia y la tecnología mientras que, en el*

otro extremo, el 45,8% cree que no están ni informados ni interesados. Finalmente, una proporción que se debe tener en cuenta (14,7%) busca información, puesto que estas personas declaran que están interesadas pero no informadas. Es destacable que esta tasa se halla en su máximo nivel en Grecia (25,5%).

Otras muchas encuestas además del eurobarómetro obtenidas de toda Europa <sup>4</sup> corroboran inequívocamente que el público general se siente atraído por la información científica, pero este interés no va unido a una sensación de estar bien informado por los medios de comunicación. De hecho, *dos de cada tres ciudadanos europeos consideran que no reciben toda la información que querrían sobre los últimos avances científicos y tecnológicos, a pesar de que la mayoría revela un gran interés por aprender sobre ellos*. Ésta es la conclusión general a la que se ha llegado tras leer el informe del eurobarómetro «Europeos, ciencia y tecnología».

Hay que destacar que el Comisario Europeo para la Investigación, Philippe Busquin, afirmó al conocer los resultados del eurobarómetro específico sobre ciencia y sociedad, que estos datos debían considerarse como «inquietantes», y animó a los estados miembro a que hicieran todo lo posible por dar la vuelta a esta tendencia. Los suecos, daneses y holandeses son los europeos más interesados por la ciencia, en oposición a la escasa atracción demostrada por los irlandeses y portugueses. Los españoles se sitúan en una posición intermedia. Paradójicamente, los alemanes, ciudadanos de un país científicamente avanzado, parecen mucho menos interesados en la investigación que los ciudadanos griegos.

## Un sector poco estudiado

En el ámbito europeo, existen pocos estudios sobre cómo los medios de comunicación transmiten temas científicos a la sociedad, pero hay diversos trabajos que determinan que los medios de comunicación trivializan en exceso la información científica y tienden a convertir las

---

<sup>4</sup> Por ejemplo se puede consultar la encuesta del Science and Media Center de abril 2002: [www.sciencemediacenter.org](http://www.sciencemediacenter.org).

noticias científicas en un espectáculo. Fundamentalmente por el *fast thinking* que imponen los medios audiovisuales, tal como lo definió el sociólogo francés Pierre Bourdieu <sup>5</sup>, independientemente del grado de dificultad que la recontextualización del discurso científico plantea a la divulgación de las ciencias. Esto con frecuencia reconvierte las noticias científicas en simples anécdotas y puede comportar un cierto grado de desinformación <sup>6</sup>.

Por otro lado, es patente que el volumen de noticias científicas que aparece en los medios de comunicación ha aumentado de forma considerable en los últimos años. Un buen ejemplo empírico lo tenemos en el proyecto denominado «Informe Quiral» que cubre las noticias sobre medicina y salud publicadas en los cinco periódicos españoles más leídos (*El País*, *ABC*, *El Mundo*, *La Vanguardia* y *El Periódico*) <sup>7</sup>. Este estudio pone de relieve que el número de estas noticias médicas y sobre salud ha experimentado la siguiente evolución desde 1997:

1997	1998	1999	2000	2001
5.984	8.706	11.135	11.945	11.199

Así pues, entre 1997 y 1999, el número de noticias sobre medicina y salud se dobló en la prensa española para estabilizarse posteriormente (los criterios de selección de noticias fueron obviamente los mismos y abarcaron desde noticias breves hasta artículos de opinión). El estudio revela asimismo el hecho de que el número de periodistas especializados en los periódicos mencionados casi no ha variado. Esto significa que algunos redactores científicos han tenido

<sup>5</sup> Pierre Bourdieu, *Sur la télévision*, París, Raisons d'Agir Éditions, 1996.

<sup>6</sup> Véase:

— House of Lords, *Science and Technology Third report*, Londres, 2000, <http://www.publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldsctech/38/3801.htm>.

— Vladimir de Semir, «Periodismo científico, un discurso a la deriva», *Revista iberoamericana de Discurso y Sociedad*, 2000, 2.

— Françoise Tristani-Potteaux, «Du laboratoire au citoyen: les trois étapes de la communication scientifique», *CNRS Info* n.º 394 spécial 20 ans d'information et de médiation scientifiques, París, CNRS, 2001, <http://www.cnrs.fr/Cnrspresse/n394/n394.htm>.

<sup>7</sup> Informe Quiral: Medicina, Comunicación y Sociedad (1997, 1998, 1999, 2000 y 2001), Barcelona, Observatorio de la Comunicación Científica-Universidad Pompeu Fabra ([www.upf.es/occ/cast](http://www.upf.es/occ/cast)).

que gestionar y elaborar prácticamente 200 artículos, concretamente en el año 2000. El problema fundamental en este punto es evidente: ¿Se pueden mantener las normas de calidad sin invertir en recursos humanos? ¿Los periodistas aplican las suficientes normas de calidad, rigor y profundidad cuando es necesario cubrir un número tan grande de noticias? ¿Diversifican suficientemente sus fuentes en beneficio de una mejor información?

## Cambios profundos en la forma de difundir la ciencia

Todo ello en una coyuntura en la que se están produciendo cambios profundos en la difusión de las noticias sobre ciencia. El uso de Internet y los comunicados de prensa transmitidos por correo electrónico han supuesto un notable aumento en las noticias que se distribuyen desde de fuentes originales, como son las revistas especializadas, y que constituyen una referencia para los periodistas. Un trabajo de análisis publicado por *The Journal of the American Medical Association*<sup>8</sup> señalaba que *los periodistas están claramente influidos por los comunicados de prensa de estas revistas (press releases)*, aspecto que influye de forma determinante en la simplificación de los mensajes que llegan al público. Al mismo tiempo, se debería reflexionar sobre si todos los temas que aparecen en estas revistas de referencia son realmente importantes o buscan simplemente un cierto impacto mediático, proceso que a medio y largo plazo puede afectar de forma negativa a la divulgación de la ciencia y a la imagen que el público se hace del avance científico. En 1995, cuando Philip Campbell se convirtió en director de *Nature* en sustitución de John Maddox declaró, «*Nature* continuará su búsqueda de la excelencia científica y del impacto periodístico»<sup>9</sup>. ¿Son estos dos objetivos realmente compatibles para una publicación científica de referencia?

---

<sup>8</sup> Vladimir de Semir, Cristina Ribas y Gemma Revuelta, «Press Releases of Science Journal Articles and Subsequent Newspaper Stories on the Same Topic», *JAMA*, 1998, julio 15, vol. 280, 3, [http://www.ama-assn.org/public/peer/7\\_15\\_98/jpv80001.htm](http://www.ama-assn.org/public/peer/7_15_98/jpv80001.htm).

<sup>9</sup> Editorial de *Nature*, 14 de diciembre de 1995.

Podríamos poner muchos ejemplos en el campo del conocimiento científico y médico de noticias que de ser simples probabilidades los periodistas convirtieron inmediatamente en verdades noticiables, y que han acabado en el rápido olvido con el paso del tiempo, el tiempo del periodismo, no así en el científico. Otro motivo de reflexión: el casi nulo seguimiento que hacen los medios de las propias noticias que un día incluso fueron portada, aunque con el tiempo se demuestre que no merecían ese tratamiento informativo ya que no eran verdades, con la relevante carga de desinformación que esta práctica induce entre los receptores, la mayoría de los cuales se quedan con la idea recibida y la añaden a su acervo cultural, creándose así representaciones erróneas del conocimiento. ¿Alguien se acuerda de la famosa «bacteria jurásica» o de la no menos famosa «bacteria come carne humana» que se extendía por los hospitales? ¿Cuántos telediarios abrieron con estas noticias! ¿Cuántas portadas y páginas de periódicos se llenaron! Y para no dejar el mundo de las bacterias aunque en otro ámbito científico, ¿qué ha sido de la bacteria fósil de origen marciano —pretendida primera prueba de la existencia de vida extraterrestre— que la NASA anunció haber descubierto en las nieves antárticas a bombo y platillo y que llenó minutos de telediario y portadas de medios de comunicación de todo el mundo?

Sin duda, *el crecimiento de la información científico-médica-tecnológica en los medios ha ido en paralelo al interés que demuestra el público por todos los temas que tienen que ver con la innovación, el descubrimiento, nuevas terapias y políticas sanitarias*. En el caso de la medicina resulta evidente que esta demanda del público no corresponde sólo a la lógica curiosidad sino que la implicación y preocupación por la salud propia y de las personas cercanas son determinantes en esta actitud social. Numerosas encuestas sobre la percepción pública de las ciencias, de las tecnologías y de la medicina y salud demuestran en esta cuestión tomas de posición muy similares de las poblaciones en diferentes países del mundo <sup>10</sup>.

Esta conjunción de la omnipresencia de los medios de comunicación, del interés subjetivo de la opinión pública y de la gran difusión de las investigaciones científicas médicas por mediación de las revis-

<sup>10</sup> Jon Miller, Rafael Pardo y Fujio Niwa, *Public Perceptions of Science and Technology*, Bilbao, Fundación BBV, 1997.

tas de referencia —que inundan actualmente las redacciones de los medios de comunicación con sus propios comunicados de prensa (*press releases*) en los que avanzan a los periodistas especializados los temas que van a publicar, en búsqueda de una notoriedad mediática que redunde en la propia revista de referencia— motiva una gran generación de expectativas en la sociedad, sobre todo en todo lo que tiene que ver con la medicina y la salud. El caso de la aparición de la infección por el virus del SIDA en los años 80 y su continua presencia en los medios de comunicación puede ser un buen ejemplo para ilustrar esta situación. Expectativa que puede llegar a configurar un factor distorsionador de la formación de la opinión pública y de la cultura científica y sanitaria de la población, ya que en muchos casos se está cayendo en la banalización al ofrecer posibles avances científicos en forma de noticias que tienen más de anecdótico que de otra cosa, sin perspectiva y contextualización. Un buen ejemplo de ello lo constituye el abuso que los medios realizan de los avances en el conocimiento genético, producto de las muchas investigaciones que se publican continuamente en revistas de referencia sobre el descubrimiento de «el gen de...» —desde la mucoviscidosis a la propensión a la violencia y un largo etcétera... incluida la propensión a la... ¡infidelidad!—, con el consiguiente impacto en el público que recibe tales informaciones. Impacto que, por un lado, puede crear falsas expectativas de «curación» y, por otro, una clara trivialización de determinados descubrimientos científicos. Sin que se pueda menospreciar el factor de cansancio y desánimo de la sociedad cuando una y otra vez oye hablar de «vías esperanzadoras de tratamiento y curación» que luego no se traducen en nada efectivo.

Este es un proceso que comienza a preocupar. Dominique Terré, filósofa de la ciencia e investigadora del Centre National de la Recherche Scientifique de Francia, reflexiona sobre ello en su libro *Les dérives de l'argumentation scientifique* (1998), en el que arguye que la divulgación científica «navega entre diversos escollos —que además pueden sumarse— como el realismo *naïf*, que conduce a una cierta visión encantada del mundo, o la disimulación de la auténtica relación de fuerzas que subyacen en los descubrimientos o en los debates importantes, como puede ser la financiación de la investigación o la aplicación de las terapias génicas». Dominique Terré considera que «la divulgación oculta el tiempo de la creación científica, su discurso,



su razonamiento, su discusión y sus errores; sólo interesan los resultados y se promueve una imagen superficial de la ciencia».

Quizá al mundo del periodismo científico le convenga reflexionar sobre la anécdota que se cuenta del famoso físico Richard Feynman:

Un periodista le instó en una ocasión a que le resumiera en pocas palabras las investigaciones que le habían llevado a obtener el premio Nobel, y Feynman no dudó en contestar: «si yo pudiera explicarle mis trabajos en dos minutos, seguro que no hubieran merecido el premio Nobel». ¿Será incompatible la correcta transmisión del conocimiento científico con el discurso de la divulgación de las ciencias en el actual contexto de la fabricación de las noticias diarias?

## El caso de la agencia AlphaGalileo

Por otro lado, un estudio <sup>11</sup> ha dejado patente la *dificultad de acceder a información sobre investigación en Europa que no haya sido publicada en las revistas de referencia anglosajonas que dominan el mercado de la comunicación científica experta (Nature, Science, The Lancet,...)* Asimismo, y con la única excepción de la agencia de noticias científicas AlphaGalileo, es muy difícil encontrar información adecuada en la mayoría de universidades y centros de investigación, sobre todo si no son de la esfera de influencia anglosajona. Por ello, este es un camino que debe desarrollarse con firmeza en un futuro próximo.

El principal objetivo del proyecto AlphaGalileo <sup>12</sup>, iniciado en 1998, es llamar la atención del público sobre relevancia de la ciencia y de la tecnología. Aumentar el conocimiento del público se reconoce en toda Europa como una clave para el desarrollo económico y social, y supone una línea de acción principal. Los avances científicos y tecnológicos sólo pueden tener el impacto necesario si el público está convencido de su función esencial en la mejora de la calidad de vida y en la competitividad económica de Europa. Como hemos visto, los

<sup>11</sup> Eveline Lecoq, *European Science at the Web*, Londres, Imperial College of Science, Technology and Medicine, 2001.

<sup>12</sup> [www.alphagalileo.org](http://www.alphagalileo.org).

ciudadanos europeos reciben noticias principalmente a través de los medios de comunicación. Así, pues, es esencial que estos medios incluyan la cobertura de la ciencia y tecnología europeas en la cantidad y calidad suficientes para garantizar que tienen el reconocimiento que se merecen. *AlphaGalileo proporciona un puente basado en Internet de los profesionales de la ciencia y la tecnología a los medios de comunicación, y por tanto al público, y de esta manera hacen posible una nueva cultura de comunicación en Europa.*

La propuesta se basa en un proyecto piloto del Reino Unido, que estableció AlphaGalileo como una forma de hacer accesibles las noticias sobre ciencia y tecnología a los periodistas científicos de diarios, radio y televisión. Este proyecto piloto resultó ser multinacional y demostró el potencial de un enfoque más amplio y formó un sólido consorcio de organizaciones expertas en comunicación científica de seis estados miembro de la Unión Europea para llevar a la práctica el proyecto que se ampliará a otros países durante el 2003.

AlphaGalileo proporciona una cultura de la comunicación científica y tecnológica al público a través de la prensa y los medios de radiodifusión, utilizando un servicio por Internet en toda Europa que permiten a los medios de comunicación acceder de forma rápida y fácil a las noticias sobre ciencia y tecnología europeas. El proyecto ayuda a llenar el vacío entre la ciencia y la tecnología europeas y el público, y corrige en parte la excesiva preponderancia de las fuentes anglosajonas.

AlphaGalileo aspira asimismo a establecer una red de oficinas nacionales, que fomentarán la comunicación sobre ciencia y tecnología y promoverán un diálogo intercultural, además de compartir las prácticas más óptimas entre investigadores, comunicadores y medios de comunicación. Esto dará como resultado una mejor cobertura de los medios de comunicación, y por tanto un mayor conocimiento del público sobre ciencia y tecnología y sus beneficios. La financiación nacional para estas oficinas es un compromiso de los países implicados en el proyecto.

La posibilidad que ofrece Internet proporciona un servicio de información a medida para los medios de comunicación y ofrece bases de datos totalmente europeas de comunicados de prensa, acontecimientos, imágenes y antecedentes donde los colaboradores acreditados ofrecen información según una política de publicación diseñada

para garantizar que el material pueda ser usado por los medios de comunicación. Un sistema de alerta por correo electrónico, que funciona con palabras clave, avisa a los periodistas de que hay información de interés específicamente para ellos. La acreditación de colaboradores asegura la integridad de la información de la base de datos y el establecimiento de la buena fe de los periodistas permite ofrecer material embargado. Los datos más recientes <sup>13</sup> confirman que 2500 periodistas con un acceso de 24 horas al día utilizan el servicio, y estos índices siguen creciendo:

- La impresión de páginas <sup>14</sup> de enero del 2002 registró la cifra de 195.710, lo que supone una tasa anual equivalente de 2.348.520
- La impresión de páginas aumentó un 25% desde el lanzamiento en noviembre del 2001.
- La evolución de las cifras mensual es:
  - Octubre 2001 - 110,840
  - Noviembre 2001 - 156,843
  - Diciembre 2001 - 147,115
  - Enero 2002 - 195,710

## La situación en España

En este contexto, si examinamos la situación en España, con una población de aproximadamente 40 millones de ciudadanos, los datos de audiencia acumulada publicados por el Estudio General de Medios (septiembre 2001) fueron los siguientes:

- 31,1 millones ven la televisión
- 18,6 millones leen revistas
- 18,1 millones escuchan la radio
- 12,5 millones leen el periódico
- 6,5 millones navegan por Internet
- 3,6 millones van al cine

---

<sup>13</sup> Fuente: Peter Green, director de Alphagalileo.

<sup>14</sup> La «impresión de páginas» se acepta de forma general como un indicador del uso de un sitio web.

El Estudio General de Medios afirma que en España del total de lectores de revistas existen aproximadamente 5,5 millones de personas que compran específicamente revistas de divulgación, y el número puede aumentar hasta 7,5 millones si se incluyen las revistas especializadas en ordenadores e Internet. Es muy significativo el hecho de que las revistas más vendidas en España (*Pronto, Hola y Lecturas*) vayan dirigidas a temas que se clasifican como «femeninos» y sobre «el corazón», pero que la cuarta en esta clasificación de las más vendidas sea *Muy Interesante*, una revista de divulgación científica que mensualmente distribuye casi 300.000 ejemplares. Podemos afirmar con seguridad que *Muy Interesante* es una de las revistas a través de la que muchas personas (especialmente jóvenes lectores y lectoras) se interesan por temas científicos, incluso si este interés empieza a un nivel claramente popular, que más adelante puede dirigirles a la búsqueda de información científica en otros medios de comunicación. Datos de la revista profesional sobre medios de comunicación españoles *Noticias de la Comunicación* (marzo 2002) muestran que la distribución de difusión acumulada por segmentos temáticos está encabezada por las llamadas «revistas femeninas», que suman 2.642.636 ejemplares (el 20,9% del mercado), y en segundo lugar figuran las publicaciones de «decoración» con 1.682.562 ejemplares (13,3%), ocupando el tercer lugar las publicaciones de divulgación científica, con 1.118.841 ejemplares, es decir, el 8,9% del mercado.

Esta tendencia se mantiene e incluso se incrementa a favor de las revistas de divulgación. Los últimos datos del Estudio General de Medios atribuyen a finales de 2002 a *Muy Interesante* una audiencia anual acumulada de 1.823.000 lectores, un 5% más que en el año anterior. De hecho, según la Oficina de la Justificación de la Difusión (OJD), en el período auditado entre julio 2001 y junio 2002, esta revista ha alcanzado un promedio de ventas de 271.109 ejemplares, cifra que la coloca en el primer puesto del ranking de revistas mensuales españolas. Por lo tanto, podemos afirmar que *la divulgación científica goza de buena salud en el campo de las revistas*, y no olvidemos que éste es sin duda un buen indicador del interés general del público ya que implica una actitud activa de compra selectiva, a diferencia de los diarios en los que los motivos de compra pueden ser muy variados o en el caso de la televisión que en buena parte corresponde a una acción pasiva de la audiencia aunque comporte la elección de un determinado programa.

¿Qué ocurre, pues, con la información científica en televisión, el mayor vehículo potencial de diseminación cultural? No existen estudios concretos sobre la presencia de ciencia en programas e informativos, pero según un reciente análisis de la revista *Consumer*<sup>15</sup> los telediarios españoles dedican en promedio el 45% de su tiempo a deportes y política —casi en partes iguales—, y sólo un 3,1% a la sanidad, un 2,3% al medio ambiente, y un 2,1% a la ciencia. Sumados los promedios, los temas relacionados con ciencia, medio ambiente, salud, sanidad y consumo disponen casi del mismo tiempo que el que se dedica a sucesos, o sea menos del 9% del total. Según los autores, «las conclusiones, aunque no sorprendan a nadie, invitan a una seria reflexión», ya que mientras el deporte y la política ocupan cerca de la mitad del tiempo de los informativos, otros temas de interés social apenas superan promedios del 3%.

El estudio fue realizado grabando los informativos de mediodía y de la primera edición nocturna de 15 cadenas de televisión, nacionales y autonómicas. Analizaron 15.700 noticias entre mayo y junio del 2001, lo que significó la grabación de más de 500 horas de informativos. De aquí, extrajeron los contenidos, el origen y ámbito de las informaciones, más el tiempo dado a la publicidad durante los telediarios.

Para clasificar las noticias se establecieron 16 temas. Después de los dos tópicos estrella: política y deportes, que acaparan la mitad del tiempo informativo, siguen cinco temas de interés medio: cultura, economía, sociedad, meteorología y sucesos, con promedios de entre el 7% y el 10% y, por último, los otros nueve temas incluidos en el estudio, que representan un 17% del total.

Como destaca el informe, «si se consideran las noticias culturales, sociales, de salud, de consumo, de seguridad, de medio ambiente y meteorológicas» como las más cercanas al ciudadano, «las cadenas más alejadas de éste son Canal+, ETB2 de Euskadi, Antena 3 y TVG de Galicia», sin que ninguna cadena destaque por ser cercana al ciudadano.

En los ámbitos nacional y autonómico los resultados muestran porcentajes similares: ocho cadenas dedican más tiempo a deportes, y siete a política, aunque éste es el tema que en su totalidad acapara más minutos. Cabe destacar la excepción de TVE 2 en la cual, el segundo tema en importancia —después de la política— es la cultura, con un

<sup>15</sup> *Consumer*, revista del consumidor que edita el Grupo Eroski, septiembre 2002 ([www.revista.consumer.es](http://www.revista.consumer.es)).

21%, mientras que los deportes alcanzan sólo un 9%. En ciencia, salud y medio ambiente es la primera del ranking, dedicándoles un 11,1% de total de información.

A la luz de los resultados del estudio, parece contradictoria la poca importancia dada por los informativos a temas como la ciencia y la salud frente al esfuerzo de las políticas públicas europeas, que intentan fomentar el conocimiento de la ciencia y la tecnología entre los ciudadanos. *La propia Comisión Europea está desarrollando campañas para acercar la ciencia y la tecnología al ciudadano*, con el objetivo de lograr que en el año 2010 Europa se convierta en «la economía más dinámica basada en el conocimiento», según palabras del comisionado europeo de Investigación, Philippe Busquin. Pero al parecer, aun falta mucho camino por recorrer para que la ciencia, la salud y otros temas relacionados pasen a formar parte, al menos en España, del grupo de temas a los que los ciudadanos tienen fácil acceso desde los medios de mayor influencia.

Mientras tanto, como sugieren los realizadores del estudio, deberíamos pensar en las causas que explican por qué entre los temas de interés de una sociedad desarrollada como la española pesan más los sucesos dramáticos o los tratados por la prensa del corazón que las informaciones sobre la salud y la ciencia, que paradójicamente se espera que sean los pilares de la economía nacional y europea dentro de pocos años.

## Un ejemplo de buena práctica en una TV local

En el proceso de *benchmarking* que ha realizado la Comisión Europea sobre la ciencia en el transcurso del año 2002 <sup>16</sup>, en el capítulo dedicado a la difusión y percepción pública de la ciencia se incluye como un ejemplo de buena práctica para la diseminación de la ciencia el caso del canal local BTV de Barcelona.

Durante el año 2001, el citado canal de televisión municipal ofreció en diferido todos los martes por la noche al final de la emisión regular la conferencia íntegra que se realizaba por las tardes en el Ate-

---

<sup>16</sup> <http://www.cordis.lu/rtd2002/era-developments/benchmarking.htm>.

neo de Barcelona dentro del ciclo «La ciencia en la calle» promovido por la Concejalía de Ciudad del Conocimiento del Ayuntamiento de Barcelona. Esta iniciativa tenía por finalidad explicar «qué hacen y por qué hacen lo que hacen» los científicos y científicas de Barcelona con el fin de divulgar el interés intrínseco que posee la ciencia. Los datos de esta propuesta cultural son elocuentes de cuál puede ser uno de los caminos a seguir para impulsar la divulgación de la ciencia y de la fuerza que posee la televisión —aunque sea desde la modestia de un canal local— en este proceso. La asistencia a las conferencias en el Ateneo osciló entre 75 y 250 personas, según el tema. El seguimiento en las webs de los periódicos *La Vanguardia digital* y *Diari de Barcelona on line* —que colaboraron con el ciclo colgando de sus respectivas webs en castellano y en catalán los textos de las conferencias— fue de respectivamente 3.200 hits mensuales de media en el primer diario citado y de 80 hits diarios de media, en el segundo. Por su parte, las audiencias en televisión tuvieron una media de 27.000 personas, llegando en algún caso hasta 56.000, según el tema del que se trataba. ¡Seguramente pocas conferencias de ciencia han tenido en la historia de la divulgación audiencias de esta índole!

## Biotecnología y medios de comunicación

El caso de la biotecnología merece una atención específica dado su rápido desarrollo informativo en los medios de comunicación. Así es. Las empresas farmacéuticas y de biotecnología han disfrutado en los últimos años de un rápido aumento de la cobertura mediática, principalmente en periódicos económicos y en las secciones de salud de periódicos generalistas. Clive Cookson, editor científico del *Financial Times*, abordó este fenómeno en un artículo <sup>17</sup>:

«Aunque la ciencia y la medicina cada vez atraigan más la atención de los medios de comunicación, la cobertura a menudo aparece de una forma sesgada, ya sea por el abuso de noticias sobre «fármacos milagrosos» o por historias negativas generadoras de miedos sociales.

<sup>17</sup> «Pitching Pharma», *HMS Beagle-The BioMedNet Magazine*, 9 de noviembre, 2001.

Disponible en Internet: <http://news.bmn.com/hmsbeagle/120/viewpts/pressbox?print=yes>.

Sin embargo, se piense lo que se piense de los periodistas, no se puede ignorar su impacto. Las noticias, positivas o negativas, afectan a las actitudes de los pacientes, a posibles premios de investigación, a la satisfacción de los accionistas y a muchas cosas más. No conozco ningún estudio que relacione la cobertura de los medios de comunicación con el crecimiento a largo plazo del valor de las acciones; de hecho, es difícil saber cómo se llevaría a cabo esta investigación. No obstante, existen estudios que muestran que la cobertura de los medios de comunicación de un desastre corporativo, como el temor a una contaminación de alimentos, tiene un impacto de corto a medio plazo en el precio de las acciones.

Sin tener en cuenta esto, no hay forma de que una empresa se pueda esconder completamente de los medios de comunicación, incluso si quiere hacerlo. Lexis-Nexis, una base de datos del *Financial Times*, muestra un aumento sostenido del número de artículos del *Financial Times* relacionados con la biotecnología en la última década (Tabla 1), así como de las noticias vinculadas con fármacos (Tabla 2). Un proceso que también se detecta en *The New York Times*, el periódico líder en Estados Unidos. Este incremento refleja que los periódicos tienen más recursos humanos e interés para cubrir el sector. A principios de los 90, el FT sólo tenía un periodista especializado que cubría todo el campo de la industria química, farmacéutica y biotecnología. Ahora media docena de nosotros escribimos sobre temas farmacéuticos y biotecnología.»

**Tabla 1**  
Artículos sobre biotecnología en el *Financial Times* (FT)  
y el *New York Times* (NYT)

Año	FT	NYT
1991	124	339
1992	225	394
1993	248	350
1994	433	280
1995	512	266
1996	603	254
1997	668	260
1998	837	363
1999	902	409
2000	1.117	637

Fuente: base de datos Lexis-Nexis del FT.



**Tabla 2**  
**Artículos sobre fármacos en el Financial Times (FT)**  
**y el New York Times (NYT)**

Año	FT	NYT
1991	806	1.217
1992	783	1.188
1993	1.692	1.360
1994	1.896	1.165
1995	2.231	1.146
1996	2.037	1.222
1997	2.122	1.202
1998	2.537	1.442
1999	2.543	1.553
2000	3.092	1.824

Fuente: base de datos Lexis-Nexis del FT.

Por su parte, el Eurobarómetro 52.1 «The Europeans and biotechnology» (marzo 2000) <sup>18</sup> ofrece respuestas interesantes sobre actitudes en la relación con los medios de comunicación:

### **Dedicaría tiempo a leer artículos o ver programas de televisión sobre las ventajas y desventajas de los avances en biotecnología**

El 72% de los entrevistados dijeron «que en su mayor parte estaban de acuerdo» con esta proposición, comparando con el 19% de los que «en su mayor parte estaban en desacuerdo» y sólo el 9% que «no lo sabían». Las personas que es más probable que estén de acuerdo con esto son las de Dinamarca y Suecia (83% cada una), Francia (82%) y Luxemburgo (80%), mientras que es más probable que estén en desacuerdo en España (27%), Portugal (26%), Bélgica (24%) y Grecia (23%).

El 73% de hombres comparado con el 70% de mujeres optaron por «en su mayor parte de acuerdo» en este ejemplo, una respuesta que es otra vez más común en las personas de entre 25 y 39 (76%).

<sup>18</sup> <http://europa.eu.int/comm/research/pdf/eurobarometer-en.pdf>.

### **Creo que estoy adecuadamente informado sobre biotecnología**

Lo contrario es verdad para esta afirmación: Sólo el 11% dicen que «en su mayor parte están de acuerdo» mientras que el 81% es probable que estén en desacuerdo, con el 9% que no está seguro. Sin embargo, la respuesta «en su mayor parte están de acuerdo» la eligen el 20% de encuestados en Holanda, el 19% en Austria, el 15% en Dinamarca y el 14% en Luxemburgo. No obstante, la respuesta «en su mayor parte en desacuerdo» registra unas cifras muy elevadas en Suecia (96%), Francia y Finlandia (88% cada una), y Grecia (87%).

El 13% de hombres comparado con sólo el 9% de mujeres están de acuerdo con esta afirmación mientras que los que es más que estén de acuerdo con ella están en las categorías de edad intermedia: el 12% de personas entre 25 y 54 años. Aparte de esto, el modelo genérico es apropiado en relación con otras variables sociodemográficas.

### **Periódicos y revistas que informan sobre biotecnología**

Los periódicos y revistas que informan sobre biotecnología hacen un buen trabajo para la sociedad según el 59% de europeos, mientras que el 18% de ellos cree lo contrario y el 23% no están seguros. En cuatro países, más del 75% de los entrevistados creen que «hacen un buen trabajo para la sociedad»: Holanda (92%), Finlandia (86%), Grecia (80%) y Austria (75%). Los que es más probable que respondan «no hacen un buen trabajo para la sociedad» son el Reino Unido (30%), Suecia (27%), Francia (25%) e Irlanda (22%).

60% de los hombres y el 57% de mujeres creen que «hacen un buen trabajo para la sociedad». El apoyo a este grupo disminuye a medida que la edad de los entrevistados aumenta.

### **¿En qué fuente(s) de información confían los europeos?**

De todas las fuentes de información sugeridas, las organizaciones de consumidores registran el mejor resultado (26%), justo por delan-

te de la profesión médica (24%) y las organizaciones de protección medioambiental (14%). Estas tres fuentes de información fueron más populares que las universidades (7%), las respuestas «ninguna de las fuentes sugeridas» o «no lo sé» (6% cada una), la televisión y los periódicos (4%), instituciones internacionales (también el 4%), organizaciones sobre la protección de los animales (otro 4%), asociaciones de ganaderos (3%), autoridades nacionales públicas (también un 3%) u organizaciones religiosas (2%).

El 27% de los hombres y el 24% de mujeres eligieron las organizaciones de consumidores, el 22% de hombres y el 25% de mujeres optaron por la profesión médica, mientras que el 13% de hombres y el 15% de mujeres confían más en las organizaciones sobre protección medioambiental.

En cuanto a las variables, las personas entre 25 y 39 años es más probable que confíen en «las organizaciones de consumidores» (28%) y en las «organizaciones sobre la protección de los animales» (15%), pero es menos probable que confíen en la «profesión médica» (22%).

### **Otras fuentes en las que los europeos también confían**

En este punto, las «organizaciones sobre protección medioambiental» registran los resultados más elevados (31%), seguidos de cerca por las dos fuentes de información más populares de la primera sección, que tienen las mismas tasas en este caso: organizaciones de consumidores (29%) y la profesión médica (también un 29%). Las «organizaciones sobre la protección de los animales» (21%) son la cuarta fuente de información más popular, seguidas por las universidades (19%), la televisión y los periódicos (16%), instituciones internacionales (13%), y tres otras respuestas que registra cada una un 12%: asociaciones de ganaderos, autoridades públicas nacionales y «no lo sabe». El resto de sugerencias registran menos del 8%.

**Clasificación general de las fuentes de información de más confianza**

	1.º	Otros	Total	Clasificación
Organizaciones consumidores	26	29	55	1
Organizaciones medioambientales	14	31	45	3
Organizaciones protección animales	4	21	25	5
La profesión médica	24	29	53	2
Asociaciones de ganaderos	3	12	15	9
Organizaciones religiosas	2	7	9	11
Autoridades públicas nacionales	3	12	15	9
Instituciones internacionales	4	13	17	8
Una industria específica	0	3	3	12
Universidades	7	19	26	4
Partidos políticos	0	3	3	12
Televisión y periódicos	4	16	20	6
Ninguno de los anteriores	6	5	11	10
No lo sabe	6	12	18	7

## Ciencia y medios de comunicación: un poco de historia

En el siglo XIX y a principios del XX la difusión del conocimiento se llevaba a cabo de forma diversificada procedente de las fuentes de información de sociedades científicas y actividades que estas instituciones apoyaban como conferencias, debates públicos y la publicación de libros y revistas. Desde mediados del siglo XIX hacia adelante, los libros científicos empezaron a contribuir al crecimiento de la industria editorial, que desempeñaba una función estratégica en la formación de grandes grupos editoriales como Hachette y Larousse en Francia, y Macmillan en el Reino Unido <sup>19</sup>. Por ejemplo, estas circunstancias explican cómo se fundó la editorial francesa Flammarion. En 1880, Camille Flammarion, astrónomo, escritor y conferenciante profuso, apoyado por su hermano Ernest, pudo publicar su trabajo de divulgación *Astronomie Populaire*, un libro que vendió 100.000 ejemplares, prácticamente igualando el récord de ventas de los trabajos literarios de índole social de un Emile Zola. Al mismo tiempo, otro astrónomo español, José Comas Solá, fue un escritor

<sup>19</sup> Bernadette Bensuade-Vincent, *L'opinion publique et la science*, París, Institut d'édition Sanofi-Synthélabo, 2000.

prolífico en *La Veu de Catalunya* y *La Vanguardia*, dos periódicos catalanes en los que aportó artículos de divulgación científica (principalmente sobre astronomía y física), llegando a publicar más de 1.200 artículos, por ejemplo en *La Vanguardia* <sup>20</sup>.

Este fenómeno llegó a toda Europa y abrió el camino a la edición de publicaciones científicas, por un lado revistas de referencia dirigidas y escritas por científicos y, por otro, revistas de divulgación científica. Hoy en día todavía podemos leer y consultar algunas de estas publicaciones de larga vida. Entre el primer grupo, no se puede evitar señalar a *Nature*, una publicación fundada en 1869, y que se ha convertido en una de las revistas más influyentes del mundo. Entre el segundo grupo, podemos mencionar la publicación francesa *Science et Vie*, una revista mensual que fue publicada por primera vez en 1913 y que sobrepasó las mil ediciones en enero del 2001.

Pocos autores han dedicado sus esfuerzos a estudiar la historia de periodismo científico, pero hay acuerdo en situar el origen en la convergencia de intereses de las sociedades científicas y de las agencias de prensa que siguió a la Primera Guerra Mundial, y quedó especialmente clara a finales de la Segunda Guerra Mundial cuando surgió un nuevo mundo. Por primera vez en la historia, a finales de la Segunda Guerra Mundial, había una conciencia pública de la capacidad destructiva que los seres humanos eran capaces de generar, una guerra además de la que surgieron dos bloques antagónicos, cada uno con su respectiva concepción ideológica y económica: los mundos capitalista y comunista.

El miércoles 8 de agosto de 1945, cuando todavía no se conocía el alcance real de los daños tras el lanzamiento de la primera bomba atómica sobre Hiroshima, los principales periódicos titularon el acontecimiento como una «gran revolución científica» <sup>21</sup>.

De la paz tan brutalmente conseguida surgió la guerra fría entre los dos grandes bloques y una enorme pugna por convencer al mundo entero de cuál era el modelo de mayor éxito, rivalidad que quedó plasmada en la carrera espacial que se inició en 1957 con el lanzamiento del primer *Sputnik* soviético y que no quedó resuelta hasta

---

<sup>20</sup> Ignasi Cebrián, «Comas Solá, divulgador científico», Tesis doctoral, Barcelona, Estudios de Periodismo, Universitat Pompeu Fabra.

<sup>21</sup> Véase la portada de *Le Monde* del 8 de agosto de 1945.

que el primer hombre —Neil Amstrong, un norteamericano— consiguió dejar su huella en la Luna, en julio de 1969 <sup>22</sup>. Primero la bomba atómica y luego la carrera por la conquista del espacio, con el trasfondo de la guerra política por la primacía de un determinado modelo ideológico del mundo, fueron sin duda los temas decisivos para el impulso y la consolidación del periodismo científico tal como hoy lo conocemos. *No debemos olvidar que la guerra fría tuvo un campo de batalla bien determinado: los medios de comunicación de masas.*

Esta situación desembocó en los años 70 en una presencia consolidada en las respectivas redacciones de expertos en información científica y médica, pero sobre todo en la aparición de una sensibilidad específica hacia estos temas por parte de editores y directores de ambos diarios. Al mismo tiempo coincidió con profundos cambios en los principales periódicos que a su vez implicaron la creación de suplementos o secciones especializadas en temas científicos, tecnológicos y médicos, aunque en buena parte no se debió sólo a una opción estrictamente informativa sino también impulsada por razones de estrategia empresarial y de producción.

Tal como explica Edwin Diamond <sup>23</sup>, durante el período 1970-1975 *The New York Times* sufrió una severa disminución de su circulación y una notable reducción de sus inserciones publicitarias. La crisis estaba planteada —por múltiples razones, competencia de otros medios escritos y sobre todo de la televisión, entre otras— y la primacía del *Times* estaba comprometida si no se conseguía reconducir la situación. El editor Arthur Ochs Sulzberger, el director Abraham Michael Rosenthal y el director comercial Walter E. Mattson fueron los artífices de que el *Times* recuperara 100.000 ejemplares de circulación entre 1976 y 1982 y otra cifra semejante hasta 1986 situándose el diario por encima del millón de ejemplares a partir de ese año cuando en sólo un semestre de 1971 había llegado a perder 31.000 ejemplares y se había situado en 814.000.

Entre las muchas iniciativas empresariales que se tomaron figuró una decisiva para la consolidación del periodismo científico.

---

<sup>22</sup> Para detalles sobre la carrera espacial y su influencia en los medios de comunicación se puede consultar la tesis doctoral de Xavier Durán (Universidad Autónoma de Barcelona 1997): «Tratamiento periodístico de dos hechos tecnológicos: los primeros Sputniks (1957) y la llegada a la Luna (1969) en la prensa diaria de Barcelona».

<sup>23</sup> Edwin Diamond, *Behind The Times: Inside The New York Times*, Nueva York, Villiard Books, 1994.

Una de las claves del éxito fue la decisión de incorporar suplementos temáticos semanales para aumentar el interés informativo de lectores potenciales, establecer nuevos puentes de fidelización entre el público y también abrir nuevos mercados publicitarios. Entre ellos, todos los martes, una sección semanal dedicada a las ciencias, no sin una gran discusión interna entre sus partidarios —muy especialmente del director, personalmente muy interesado por los avances científicos y tecnológicos— y el sector comercial que apostaba por un suplemento de «Moda», que según su opinión tendría mayor incidencia publicitaria. Así nació *Science Times* el 14 de noviembre de 1978.

La idea de crear secciones temáticas rotatorias a lo largo de la semana no era nueva. Julius Ochs Adler, un sobrino del «fundador» Adolph Ochs Sulzberger que trabajaba en el departamento comercial, se anticipó a las ideas de los años 70 en una memoria-propuesta que presentó al editor el 31 de diciembre de... 1924 (!). En este documento proponía un suplemento de «Economía y finanzas» para los lunes, uno de «Técnica y ciencia» para los martes, otro de «Mujer», otro de «Profesiones» (abogados, médicos, etc.), otro de «Deportes» y finalmente uno de «Libros» para los sábados. Cincuenta años después los arquitectos del nuevo *Times* —como los define Edwin Diamond— utilizaron diferentes rúbricas, pero no muy alejadas de aquella vieja y casi visionaria propuesta, con la única realmente revolucionaria propuesta de un suplemento de «Fin de semana», cuando la cultura del ocio ya estaba instaurada en nuestra sociedad, pero que era impensable en los años 20. Adler proponía incluso auténticas revistas de 16 páginas que no formaran parte del cuerpo del diario, pero insertas en él. Rosenthal en los años 70 decidió llamarles «daily magazines», pero en forma de páginas incorporadas con epígrafe individualizado en el conjunto del diario. Los argumentos que se daban en los años 20 fueron prácticamente los mismos que los de los años 70: «los cambios que se producen en la sociedad con un mayor nivel económico e intelectual del público implican un *aggiornamento* del diario»; «temas que interesan a los ciudadanos o afectan a sus vidas cotidianas»; «oferta diferenciada amena pero rigurosa para lectores más preparados»; «la existencia demográfica y social de más jóvenes, más mujeres, más profesionales, más estudiantes y campus universitarios en cada área»...

Daniel Bell argumenta en su obra «The coming of post-industrial society» (1973) <sup>24</sup> que el nacimiento del periodismo científico a gran escala de los años 70 se debe precisamente a la necesidad de una interpretación adecuada de la naturaleza científica y tecnológica del progreso. Y es que, como dejó escrito Bertrand Russell, «la democracia es necesaria pero no suficiente», por lo que sólo una ciudadanía bien educada, informada, con criterio y espíritu crítico permitirá profundizar para alcanzar una democracia que además sea realmente suficiente. La realidad es que queda mucho camino por recorrer todavía.

A principios de los 90, Pierre Fayard, profesor en la Universidad de Poitiers (Francia) dirigió un estudio comparativo <sup>25</sup> y puso de manifiesto la importancia que los temas científicos habían adquirido en los principales medios de comunicación europeos escritos, principalmente los suplementos semanales. Esto se convirtió en una tendencia seguida por muchos periódicos europeos en los 80 como *La Stampa*, en Italia; *La Vanguardia*, en España; *Libération*, en France; *Publico*, en Portugal; etc.

En su estudio, Fayard explica que la mayoría de periódicos que incluyeron ciencia en sus páginas incrementaron su distribución de 10.000 a 20.000 ejemplares en los días en que se publicaba el suplemento científico, pero este incremento en la distribución no implicó un aumento en la publicidad. Una década después, a mediados de los 90, los suplementos desaparecieron gradualmente debido a los costes asociados —principalmente a causa de un incremento en el precio del papel de periódico—, y a la falta de la incidencia que habían pretendido en el mercado de la publicidad. El hecho de que la información científica se fuera incorporando gradualmente en las secciones estándar, principalmente Sociedad o se crearan páginas diarias especiales para este fin contribuyó a su declive, tal como pasó en los periódicos franceses *Le Monde* y *Le Figaro*. En cualquier caso, la existencia de estos suplementos tuvo un impacto decisivo en la captación de nuevos lectores específicamente interesados en temas científicos, lo cual demostraba que la información continua y de alta calidad era la mejor opción cuando se intentaba crear una demanda, y además este

---

<sup>24</sup> Nueva edición actualizada por el propio autor publicada por Basic Books (Perseus Books Group), Nueva York, 1999.

<sup>25</sup> Pierre Fayard, *Sciences aux Quotidiens*, Niza, Z'Éditions, 1993.



tipo de lector se convirtió en un seguidor especialmente fiel. Al mismo tiempo, estos suplementos llevaron al desarrollo de un movimiento interesado en la formación de los periodistas y en la divulgación de la ciencia, dirigido a los periodistas que habían escogido especializarse en temas científicos así como a los científicos interesados en colaborar con la prensa y conseguir saber y comprender las claves informativas impuestas por los medios.

Incuestionablemente, *los suplementos temáticos permitieron a los periodistas enfocar la información científica con más rigor y espacio físico*, dos características que probablemente llevaron a la creación de este tipo de secciones y que permitieron cumplir los requisitos inevitablemente asociados a una buena divulgación científica. Estas mismas circunstancias habrían tenido muchas más dificultades en secciones comunes de noticias diarias, en las que los requisitos de espacio y tiempo se ven estrictamente impuestos por temas atractivos que generen nuevas noticias de toda índole.

Es interesante conocer la evolución que la información científica ha tenido en épocas recientes en diferentes medios europeos (*The New York Times* sigue fiel a su tradición y continúa publicando su *Science Times* todos los martes)<sup>26</sup>. En los principales diarios europeos sigue existiendo un espacio específico para la información científica y médica, ya sea en forma de suplemento como es el caso de *La Stampa*, diario italiano que mantiene desde 1981 un suplemento de cuatro páginas todos los lunes además de la información diaria en la sección de «Sociedad» o como el de *Le Monde* y *Le Figaro* en Francia, que ofrecen una página diaria autónoma dedicada a esta temática diferenciada del resto de secciones<sup>27</sup>. O el caso de *El País* en España, que posee páginas semanales específicas para «Futuro» y para «Salud», además de cubrir la información diaria en sus páginas de «Sociedad». En este sentido hay que resaltar la iniciativa del periódico *El Mundo*, que además de mantener un suplemento «Salud» todos los sábados ha decidido suprimir a partir del 24 de septiembre de 2002 su sección de «Sociedad» y ha creado un espacio diario dedicado a «Ciencia» de dos páginas. Esta es seguramente la mejor forma de afrontar la divulga-

<sup>26</sup> Jon Franklin, «El fin del periodismo científico», *Quark*, 11 ([www.imim.es/quark](http://www.imim.es/quark)).

<sup>27</sup> Sobre la divulgación científica en Europa puede ser consultado el informe de la Comisión Europea: «The Promotion of RTD Culture and Public Understanding of Science», Bruselas, 2002 ([www.cordis.lu](http://www.cordis.lu)).

ción de la ciencia en un medio escrito generalista. *Las páginas específicas diarias ofrecen la oportunidad de abordar las noticias con ciertas garantías de rigor ya que son los propios responsables de la sección «Ciencia» los que seleccionan y jerarquizan las noticias del día, sin que tengan que entrar en competición con el resto de temas, como ocurre habitualmente en las secciones de «Sociedad» de la mayoría de diarios.* Por su parte, el suplemento semanal brinda la posibilidad de tratar temas con mayor profundidad, con la colaboración de expertos en cada área científica y con el tiempo suficiente para una buena elaboración de los contenidos.

## Ciencia en agencias de prensa

Las grandes agencias de noticias internacionales como Reuters, Associated Press, etc., y agencias de prensa nacional como EFE en España, LUSA en Portugal, DPA en Alemania o France Press en Francia son difusores importantes de información científica, médica, tecnológica y medioambiental. Desde hace algún tiempo, aproximadamente todos tienen una sección específica para estos temas. Sus noticias alimentan casi a todas las redacciones de forma continua: prensa escrita, radio y televisión. Por ello debe tenerse en cuenta su importante tarea difusora de conocimiento científico aunque su trabajo no sea visible para el público general. En grandes redacciones su presencia no es muy obvia porque las oficinas de prensa normalmente utilizan la agencia como fuente de inspiración de sus propias noticias, que son reescritas en la redacción, sin embargo el aviso inicial de la novedad procede de la agencia. Las radios y las televisiones las utilizan como fuentes, pero no muy a menudo mencionan su origen ni destacan la tarea de la agencia. Sólo en los periódicos que publican menos artículos, principalmente regionales, aparece la firma de las agencias de noticias. Debe destacarse que para dichos medios de comunicación —menos importantes, pero con una gran influencia en un territorio específico— las agencias de noticias son fuentes muy importantes para su tarea diaria informativa, porque sus redacciones cuentan con pocos periodistas, y no suelen tener periodistas especializados.

En ese sentido sería muy importante reconocer los contenidos científicos y tecnológicos de la información que ofrecen, así como sus fuentes y su impacto real en la difusión de la cultura científica. *Estos datos de las agencias de prensa podrían ayudar a crear algunos indicadores útiles acerca de la percepción pública de la ciencia.*

## Internet, la ruptura de la intermediación

En la historia del periodismo existen algunos hitos que han marcado decisivamente la evolución de los medios de comunicación. Uno de ellos fue el ataque japonés a Pearl Harbor (1941), que supuso un salto decisivo de la radio al retransmitir el discurso del presidente Franklin Roosevelt al Congreso, y que fue seguido masivamente por la nación estadounidense. El asesinato de John Kennedy (1963) también comportó un enorme seguimiento ciudadano en todo el mundo, esta vez en la televisión. Y lo mismo ocurrió con la llegada del primer ser humano a la Luna (1969).

El 4 de julio de 1997 y los días que le siguieron marcaron un nuevo hito en esta historia. Esta vez el medio protagonista no fue ni la radio ni la televisión: el retorno a Marte mediante la nave Pathfinder y su espectacular minirover fue seguido por 45 millones de personas a través de Internet, lo cual lo convirtió en el acontecimiento de mayor magnitud en la hasta entonces corta historia de las web. Un centro de seguimiento del tráfico de información en la red de redes, existente en San Diego (California, EE.UU.), ha calculado que en algunos momentos se produjo un total de 80 millones de «hits» (contactos electrónicos) en la web de la NASA y en otras vinculadas a informaciones sobre la misión. Algunos expertos han valorado que ello supuso el espaldarazo definitivo a la nueva era de los medios de comunicación interactivos, que muchos ciudadanos conectados eligieron para seguir la apasionante exploración del planeta rojo prácticamente en semidirecto. La posibilidad de ir más allá de la información estandarizada y pasiva que ofrece la televisión convencional para adentrarse en aspectos que cada uno puede ir seleccionando según su interés y curiosidad —y, sobre todo, en el momento deseado— son las claves del auge que vivió Internet aquellos días. Marte sigue siendo la nueva frontera

que nos falta en nuestra capacidad de descubrimiento, pero forma ya parte de la nueva revolución de los medios, esta vez on-line.

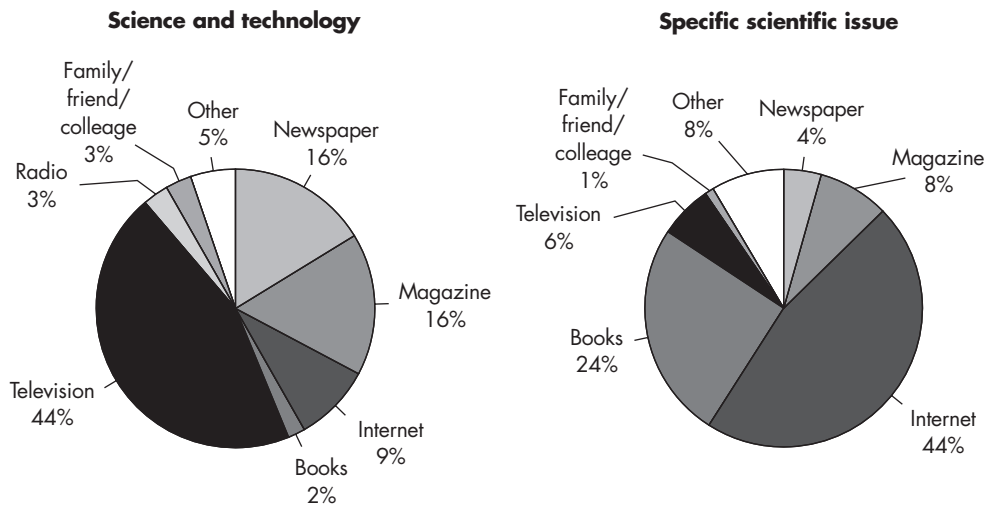
Hemos querido poner este ejemplo para evidenciar el proceso que se abre con la nueva era de Internet. La red supone un nuevo medio de divulgación con unas características y un potencial que pueden comportar un cambio radical en la relación de las fuentes originales de información y el gran público y que implicará una profunda modificación de hábitos de acceso a la información. El papel central y decisivo que hasta ahora han desempeñado los medios de comunicación convencionales en la intermediación del conocimiento está destinado a sufrir cambios muy importantes. En el caso que hemos explicado, la NASA mediante su web no ha necesitado de ningún intermediario para acceder ampliamente a la opinión pública y viceversa. Este fenómeno se irá generalizando y los ciudadanos utilizarán este nuevo medio para ir directamente a aquellas fuentes que pongan en la red sus fuentes originales de información. Los intermediarios de la comunicación deberán evolucionar hacia nuevas fórmulas, por ejemplo los diarios se irán convirtiendo cada vez en más analíticos y suministradores de opinión, ya que las noticias —como ya ocurre en parte con la radio y la televisión— serán perfectamente conocidas con antelación a la compra de un diario por los lectores. Internet supone un salto cualitativo respecto a los medios audiovisuales convencionales ya que ofrece una fórmula mixta de texto y de audiovisual que permite la captación de la información y su utilización en el momento que desea el usuario. Además, Internet supone la posibilidad de recuperar a un sector de público joven que según los últimos datos del eurobarómetro se ha alejado tanto de las vocaciones científicas como en buena medida de la divulgación científica. Por ello, Internet debe ser un vehículo esencial en cualquier alternativa de acercamiento de la ciencia a la sociedad.

En este sentido, son muy significativos los datos que nos ha ofrecido el último informe de la National Science Foundation norteamericana <sup>28</sup>. Es interesante observar cómo Internet se ha convertido ya en el caso de Estados Unidos en la primera fuente para el público, cuando se trata de ir a buscar más información específica sobre temas científicos, aunque la televisión ocupe también allí el primer lugar en el caso de la obtención —podríamos decir— pasiva de información.

---

<sup>28</sup> [www.nsf.org](http://www.nsf.org).

Leading sources of information



Source: Science Indicators 2001, National Science Foundation, USA.



# Innovación, ciencia y tecnología en los medios impresos españoles

*José Luis Carrascosa*<sup>1</sup>

La Fundación Cotec ha realizado sucesivos estudios de contenidos y análisis hemerográficos y semánticos de los tratamientos informativos en lapsos de cuatro años en 1993, 1997 y 2001. Estudios que se han realizado con un criterio estricto de recoger y estudiar sólo las noticias estrictamente relacionadas con el preciso concepto ITA: Innovación Tecnológica Aplicada.

El principal objetivo de esos estudios es ofrecer una imagen real sobre qué y cómo se informa a la sociedad española sobre este ámbito preciso de la aplicación de las innovaciones tecnológicas. Los sucesivos estudios han ido incorporando, además, un análisis semántico que permite determinar los principales conceptos que los diferentes medios asocian con la innovación en las informaciones que publican.

## Una mancha insuficiente

Según el último estudio de contenidos, la información relativa a innovación tecnológica que publican los medios informativos españoles apenas supera el 0,5% de la «mancha» informativa total. Si ampliásemos ese concepto, considerando no sólo las noticias relacionadas con innovación tecnológica, con un criterio más amplio que incluyese aplicaciones de la ciencia y de la tecnología, la situación no mejoraría mucho ya que la superficie informativa absorbida apenas

---

<sup>1</sup> Con la colaboración de Ana García Bernal, Directora de AGB Consultores y Félix Calvo, Catedrático de Métodos y Técnicas de Investigación Social de la Facultad de Sociología de la Universidad de Deusto.

superaría el 3% del total. Y si abriésemos un poco más el criterio de selección —incluyendo las noticias relativas a cuestiones bio-tecnológicas o medioambientales en las que la ciencia y la tecnología no es sujeto informativo sino objeto indirecto— aun así estaríamos hablando de apenas un 10% de contenidos noticiosos que publica la prensa española.

Observando esa evolución se puede afirmar que, si bien el espacio dedicado a la ITA en los medios españoles sigue siendo insuficiente, la calidad de la información elaborada sobre esta materia ha venido mejorando de forma significativa, pasando de una conceptualización inicial un tanto abstracta de la innovación tecnológica a un reflejo cada vez más cercano de aplicaciones innovadoras muy concretas; y de informaciones aisladas, principalmente recogidas en suplementos y encartes de aparición esporádica, a un flujo diario de informaciones relativas a la innovación tecnológica recogidas en el cuerpo principal de los diarios.

Con notables excepciones, como las del diario *El Mundo* que publica una sección específica diaria relativa a cuestiones de ciencia, y los esfuerzos en ese sentido de diarios como *Cinco Días*, *El País* o *La Vanguardia*, la tónica general en los diarios españoles en cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología es de un escaso interés genérico que sólo se rompe cuando un emisor informativo —o las explicaciones científicas y tecnológicas en torno a un suceso de notoria actualidad— logran romper esa especie de «atonía inespecífica» con la que los diarios, en teoría reflejo de lo que «ocurre», parecen considerar esas temáticas como si no tuviesen mucho que ver con la realidad a reflejar en el espejo mediático.

## Una evolución positiva

Los resultados resultan, sin embargo, esperanzadores en esa parcela noticable tan concreta porque demuestran que, a pesar de ser claramente insuficiente, el tratamiento informativo de los medios refleja una atención creciente sobre esas materias y —lo que es más importante que el mero análisis cuantitativo de «mancha» noticiosa— un enfoque cualitativamente mejor a la hora de reflejar la relevancia y



las consecuencias que la innovación tecnológica tiene en términos no sólo de crecimiento económico, sino de eficacia y calidad de las empresas y, en definitiva, de creación de riqueza y bienestar social.

En el último análisis del tratamiento de la innovación tecnológica correspondiente al año 2001 se constata que la mancha informativa relacionada con la innovación sigue aumentando sobre la mancha total, y es muy significativa la evolución de la prensa económica (*Cinco Días*, *Expansión* y *La Gaceta de los Negocios*) sobre los diarios de información general analizados (*ABC*, *El Mundo*, *El País*, *El Periódico*, *La Razón* y *La Vanguardia*) con respecto a los dos estudios anteriores correspondientes a 1993 y 1997.

En cualquier caso, las noticias relacionadas con ITA se sitúan todavía por debajo del 0,5% de la mancha informativa total y sólo en un 47,2% de los periódicos (ejemplares) analizados en el estudio se incluyen noticias sobre innovación tecnológica.

### **Más atención en prensa económica**

Según los datos recogidos en el estudio, en el año 2001 los tres diarios económicos publicaron el 55,9% del total de noticias sobre innovación tecnológica; teniendo en cuenta que se analizan sólo tres periódicos económicos, mientras que el 44,1% restante correspondió a los seis diarios de información general analizados. Comparando estos resultados con los de años anteriores se observa una evolución muy positiva de la presencia de noticias ITA en los periódicos económicos ya que en el análisis correspondiente al año 1997 las noticias sobre innovación aparecidas en prensa económica suponían el 41,9% frente al 58,1% aparecidas en los diarios de información general y, si nos remontamos al año 1993, la diferencia es mayor puesto que las aparecidas en los periódicos económicos representaron tan sólo el 37,6% del total de noticias ITA mientras que el 62,4% restante apareció en los de información general.

Por otra parte, atendiendo al lugar que se otorga a las noticias relativas a la innovación tecnológica en cada página de los periódicos, el estudio recoge que, de la muestra analizada, un 40,3% de las noticias

están ubicadas en página preferente, frente a un 57,2% colocado en página no preferente, mientras que el 2,5% restante aparece en ambos tipos de página. En este aspecto, los diarios de información general dan un mejor tratamiento con un 43,3% de noticias ITA situadas en página preferente, frente a un 38,1% de los diarios de información económica.

En cuanto al soporte en el que se ubican las noticias ITA, según el último análisis de 2001, un 65,8% de las publicadas aparecían en el cuerpo principal de los medios analizados mientras que el 34,2% restante aparece en los encartes o suplementos.

El componente gráfico está presente en el 55,4% de los medios analizados siendo superior su inclusión en los diarios de información general (62,5%) que en los de información económica (49,1%). Los tipos de componentes gráficos son fotografías en el 64,2% de los medios analizados, infografías en el 25,2% y ambos componentes en el 10,6% restante.

Los resultados también muestran que el 46,9% de las noticias ITA no aparece con firma, frente a un 53,1% que sí aparece con la firma del redactor, lo que parece reflejar un nivel medio de elaboración de la información relativa a innovación tecnológica.

## **Análisis semántico: familias de palabras**

Uno de los aspectos más novedosos de este último análisis sobre el tratamiento de la ITA en la prensa española con respecto a los estudios anteriores, es la ampliación del número de familias de palabras donde se agrupan todos los vocablos referidos a ITA en cada noticia, que ha pasado de 19 familias de palabras en 1993 a 24 en 1997 y 32 en 2001.

Esta ampliación supone un mayor nivel de refinamiento en el estudio del tratamiento que han dado a los diferentes aspectos de la innovación tecnológica los medios impresos analizados, incluyendo sus respectivos suplementos y encartes.

El listado final de las 32 Familias analizadas en el informe de 2001 y clasificadas en 6 bloques temáticos es el siguiente:

AGENTES	OBJETO
Bancos/Finanzas	Coche
Empresas/Marcas	Internet
Negocios de la Comunicación	Informática
Entidades	Energía
Personas	Espacio
	Máquina
	Salud

TECNOLOGÍA	CONCEPTOS
Tecnología	Economía
Tecnologías de la Comunicación	Conceptos de Empresa
Telefonía	Innovación
Televisión	Investigación
Transportes	Legislación
Medio Ambiente	Repercusiones Negativas

DESCRIPTIVOS	GEOGRAFÍA
Tiempo/Plazos	España
Personal/Fuerza de Trabajo	Europa
Proceso	Internacional
Producto	
Cliente	

Los diferentes bloques recogen: Agentes responsables de la puesta en marcha de la idea innovadora, Objeto o área donde se ejecuta, Tecnología como bloque distinto por su especificidad de aplicación, Conceptos que se refieren a definiciones económicas y empresariales o relativas al entramado funcional o normativo, Descriptivos que se refieren a la actividad desarrollada en ITA y Geografía en el que se recogen las referencias de ubicación tanto nacionales como europeas e internacionales.

### **Acentos descriptivo-empresariales**

Siguiendo esta clasificación por bloques en el último análisis del tratamiento de la ITA en la prensa española destaca la preeminencia porcentual del bloque *Descriptivos* sobre los demás al recoger el 32,43% del total de las 18.421 palabras significantes analizadas. Esto

supone que en sus informaciones los medios se centran principalmente en los detalles del propio proceso, las características del producto, el tipo de cliente a quien se dirige, el nivel de satisfacción y expectativas e incluso los tiempos y plazos de ejecución así como el personal y los diferentes tipos de trabajadores implicados en la tarea. Es decir, la ITA ya no se trata en abstracto sino desde una perspectiva de aplicaciones noticiosamente visibles.

Le sigue el bloque de *Conceptos* con un 23,69% formado principalmente por referencias expresas a los asuntos económicos y financieros como inversión, costes, ventas, precios, beneficios, revalorización, stocks, tesorería, cotización, y por otras referencias más genéricas del mundo de la empresa como objetivos, programas, productividad, rentabilidad, eficiencia, mejoras, sistemas, sinergias, prestigio, promoción, redes, así como por las referencias a normas, permisos, planes. Es decir, los medios empiezan a «transmitir» la importancia de la ITA en términos de economía y de gestión.

Con un 18,02% del total de las palabras significantes está el bloque *Agentes* donde sobresalen las casi 600 citas de empresas y marcas concretas, los bancos, créditos, valores, hipotecas, tarjetas, los más de 300 nombres propios de personas propietarias de las empresas, directores generales, gerentes, cargos de relevancia, y de instituciones y entidades tanto públicas como privadas. Es decir, la ITA aparece en los medios protagonizada por sujetos y agentes con relevancia que, en muchos casos, son fuentes de información.

El bloque *Objeto* sólo llega al 10,72%, y en él figuran, sobre todo, vocablos referidos a Internet, portal, web y un elenco importante de direcciones «www...», vocabulario especializado en medicina, fármacos, volantes, tratamientos así como el campo de la informática, el espacio, energía, máquina y coche.

El bloque específico de *Tecnología* llega al 8,7% y en él se engloban todas las referencias a tecnologías diversas, domótica, sensores, sistemas, soportes así como el campo de la telefonía, la televisión, la tecnología de la comunicación, vídeos, satélite, transmisión, terminales y el medio ambiente con residuos, radiación, reciclado, restos orgánicos, tratamientos.

En último lugar aparece el bloque *Geografía* con un 6,44%, en el que se recogen principalmente nombres de ciudades, provincias y lugares de España y, en menor medida, de Europa y el resto del mundo.

## Distribución por bloques temáticos

Las diferentes «frecuencias» de cada tipo de diario en los distintos bloques de familias de palabras, medidas por el número absoluto de palabras significantes utilizadas, dibujan un panorama diverso en el que aparecen líneas informativas más apreciadas por la prensa económica (y dentro de ella, de forma desigual por cada uno de los tres diarios), así como otras vertientes informativas de ITA más tratadas por los diarios de información general (y dentro de ellos, de forma también desigual por cada uno de los seis periódicos).

En familias de palabras como «Conceptos de Empresa», «Bancos/Finanzas», «Economía», «Empresas/Marcas», «Investigación», «Telefonía», «Cliente», «Proceso» o «Transporte» los diarios económicos superan a los diarios de información general en la cantidad de palabras significantes utilizadas. Mientras que en otros conceptos como «España», «Tecnologías de la Comunicación», «Medio Ambiente», «Salud», «Informática», «Máquina», «Internacional», «Producto», «Tiempos/Plazos», «Entidades» y «Personas» son los diarios de información general los que más vocabulario significativo aportan.

A la hora de analizar las familias de palabras referentes a ITA utilizadas por la prensa española resulta también significativo el cambio que se ha producido en las ratios de presencia de cada familia temática de palabras en los tres años analizados: 1993, 1997 y 2001. Así, de las seis familias de palabras con mayor presencia lingüística, en los tres años, tan sólo una, «Conceptos de Empresa», repite en los primeros lugares en todos los años y otra, «Informática», repite en 1993 y 1997. En este último año, las familias de palabras «Europa» e «Internacional» ocuparon los primeros lugares, para descender puestos significativamente en el año 2001.

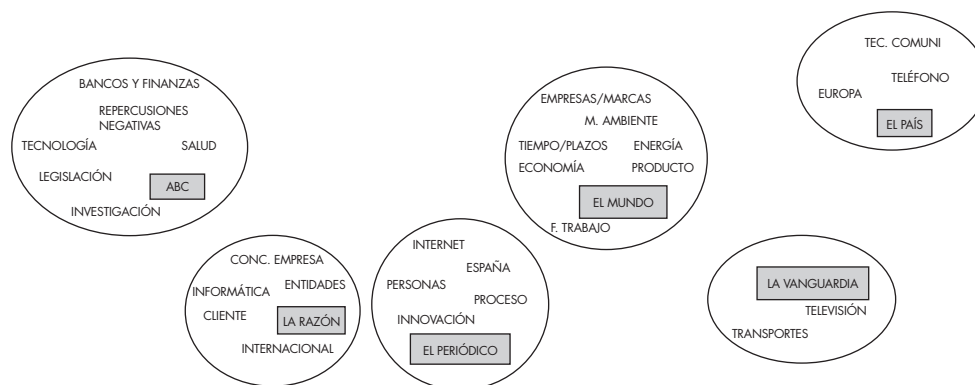
En el último análisis correspondiente a 2001 las familias «Economía», «Internet», «Empresas/Marcas» y «Entidades» obtienen ratios de presencia más elevados que en 1997 y 1993; es decir, aumenta la presencia de los conceptos relacionados con aspectos empresariales, lo cual coincide con el importante aumento en el mismo periodo de las noticias relativas a innovación tecnológica en la prensa económica.

Disminuyen, sin embargo, además de las familias «Europa» e «Internacional», otras como «Salud», «Innovación» e «Informática».

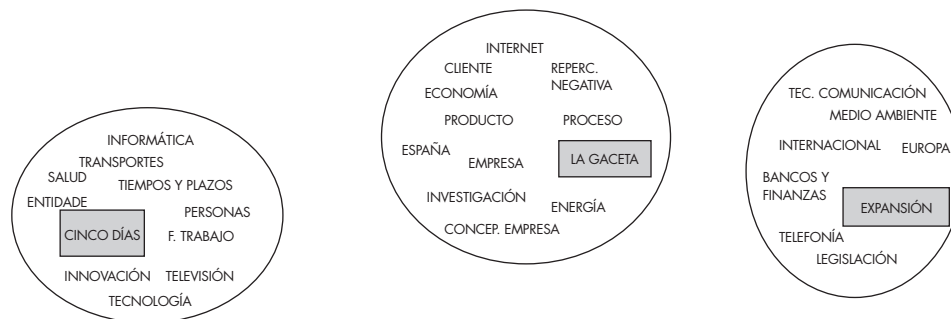
El resto de familias se sitúa con ratios modestas en la parte intermedia de cada distribución y oscilando su posición de forma no significativa de un año a otro.

Entre las familias de palabras con mayor volumen numérico de presencia en cada uno de los tres años se encuentran cinco que aparecen en las tres ocasiones o al menos en dos de ellas: «Conceptos de Empresa», «España», «Innovación», «Informática» y «Tecnologías de la Comunicación». Esa continuidad pone de manifiesto, la existencia de un eje conceptual común en la forma de entender la ITA por parte de los medios impresos españoles a lo largo de los últimos años que, en síntesis, se caracteriza por una mayor atención informativa y una mejor comprensión de las consecuencias prácticas empresariales, económicas y sociales que tiene la innovación.

«MAPA» DIARIOS INFORMACIÓN GENERAL/FAMILIAS DE PALABRAS



«MAPA» DIARIOS INFORMACIÓN ECONÓMICA/FAMILIAS DE PALABRAS



## Algunas interpretaciones posibles

Una tesis general comprobada es la presencia de mentalidades «particulares» sobre ITA por parte de cada periódico hasta configurar lo que podríamos llamar «Mentalidad Heterogénea» deducida, entre otros argumentos, de la falta de semejanza estadística en el tratamiento periodístico de ITA, medido por la cantidad de palabras significantes aportadas por cada diario y clasificadas en 32 distintas Familias de Palabras. Esa «dispersión» en el enfoque de los tratamientos es muy difícil de interpretar.

Puede realizarse el ejercicio de simular cuál o cuáles serían las interpretaciones posibles:

*Alternativa 1: Los resultados confirman la existencia de un buen número de periódicos con similar tratamiento de la ITA.* La explicación a esta realidad debería buscarse, bien en la valía intrínseca del propio tema, bien en la acción de agentes externos con fuerza para sugerir la conveniencia de informar sobre esos aspectos, bien por la propia dinámica de la competencia periodística.

*Alternativa 2: Los resultados confirman que cierto grupo de Familias de Palabras se relacionan intensamente entre sí constituyendo el núcleo esencial de ITA.* La explicación a este hecho vendría dada por la fuerza intrínseca de ese grupo de familias de palabras para definir a ITA. Las demás no cuentan de manera importante dado su comportamiento independiente. El conjunto de periódicos mostraría una mayor o menor afinidad a ese concepto central. La gran ventaja de esta alternativa radica en el descubrimiento o, en su caso, confirmación de que la ITA sería percibida con rasgos nítidos casi aportando una definición operativa.

*Alternativa 3: Los resultados descubren un cierto grupo de periódicos asociados a un número concreto de Familias de Palabras y otro grupo se asocia a otras diferentes Familias de Palabras.* Se trata del clásico ejemplo de conjuntos tipológicos con diferente mentalidad u opinión. Como si una misma realidad compleja tuviera varias caras o distintas dimensiones, cada una de las cuales con sus respectivos defensores.

En el estudio realizado por Cotec no se han dado significativamente ninguna de las tres alternativas. Más bien se ha comprobado la inexistencia de agrupaciones de Familias de Palabras y a la vez la inexis-

*tencia de grupo de diarios con similares opiniones.* Es lo mismo que confirmar la «Heterogeneidad Fina» tanto Inter-Diarios como Inter-Familias de Palabras o Inter-Bloques. No hay asociaciones significativas reseñables aunque la diversidad quede mitigada y no llegue a extremos de oposición de opiniones. En definitiva, estamos lejos de que existan criterios informativos unívocos y compartidos en los medios sobre la innovación.

## **Evolución histórica**

La comparación de los resultados de la investigación de 2001 respecto a las anteriores correspondientes a 1993 y 1997 ponen de manifiesto una evolución ascendente de los aspectos económicos y empresariales donde se desarrolla la actividad de la innovación tecnológica aplicada. Es una tendencia que en cierta forma se separa del interés en 1997 por la Informática, la Televisión y los ámbitos Internacionales y en concreto de Europa o del interés en 1993 por la Innovación y España. Los aspectos económicos y empresariales no han estado ausentes ni en 1997 ni en 1993 pero no han alcanzado la intensidad manifestada en el análisis de 2001. Como si el giro hacia las facetas propiamente de producción, organización empresarial, financieras y de cambios en la estructura, funcionamiento y objetivos empresariales basados en la aplicación de nuevas tecnologías, hubiera sido notable.

Entre 1993 y 2001 hay casi una década donde naturalmente está presente la evolución no sólo social, sino industrial y periodística. Es admisible, por tanto, la presencia de unos deslizamientos de ITA hacia nuevas posiciones. Esta realidad ha originado unos nuevos planteamientos en la investigación de 2001 incorporando al estudio 9 nuevas familias de palabras, nuevas metodologías y la agrupación de las 32 familias de palabras en seis grandes bloques. Bajo la perspectiva de este diseño nuevo de investigación el panorama de 2001 ha cambiado respecto a los anteriores en que la información captada sobre ITA es especialmente rica en describir todo el entorno alrededor de ITA como el producto, los procesos, las personas, la legislación y las posibles repercusiones negativas. Con respecto al resto de elementos interventores en ITA han variado en concordancia con los cambios socio-económicos,



con el cambio de la importancia de la «noticia» y los objetivos periodísticos y con las distintas expectativas de la audiencia.

## Un modelo teórico de comunicación

En definitiva, ante la pregunta clave sobre si existe una mentalidad estructural respecto a ITA según lo recogido en los diarios, la respuesta parece ser más bien que no. Probablemente porque objetivamente no existe, bien sea por el propio tema, por el propio proceso de la comunicación periodística o por la propia audiencia. La generación de noticias por parte del Emisor-Empresa-Institución ha contemplado qué sentido y qué lingüística pueden alcanzar las mayores cotas de aceptabilidad en el universo de significados culturales de sociedad en cada momento determinado.

Desde casi todas las teorizaciones sobre comunicación en la prensa escrita, particularmente la «Teoría comunicativa» y la de «*Cultural Studies*», se puede deducir la necesidad de intensificar la línea *Comunicológica Persuasiva* por parte de los diversos emisores de noticias para ganar espacios de buena comprensión y, por tanto, de progresiva aceptación de los mensajes transmitidos. Sería muy esclarecedor indagar en la actitud de la audiencia ante la tecnología y la innovación para comprobar el nivel de sintonía social constatando, por un lado el papel de la tricefalia Desconocimiento-Interés-Confianza y, por el lado de la temática, el de su Autoridad/Legitimación mediatizada.

La Innovación Tecnológica Aplicada a la Empresa (ITA) es hoy uno de los motores fundamentales del progreso y el desarrollo socioeconómicos, y para algunos autores, su papel es equiparable al desempeñado por el capital financiero o al procedente del grado de posesión de las materias primas industrialmente básicas o al proveniente de una mano de obra y de un capital humano notablemente cualificado. En algunos sectores y en algunos territorios, ese papel es prioritario y decisivo. Pero esa realidad —cada vez más aceptada por los expertos— no acaba de calar en la prensa.

Es necesario que los medios de comunicación recojan el hecho por medio de sus diferentes canales de transmisión, lo consideren «noticioso» y, además, le otorguen una resonancia de primer rango. A

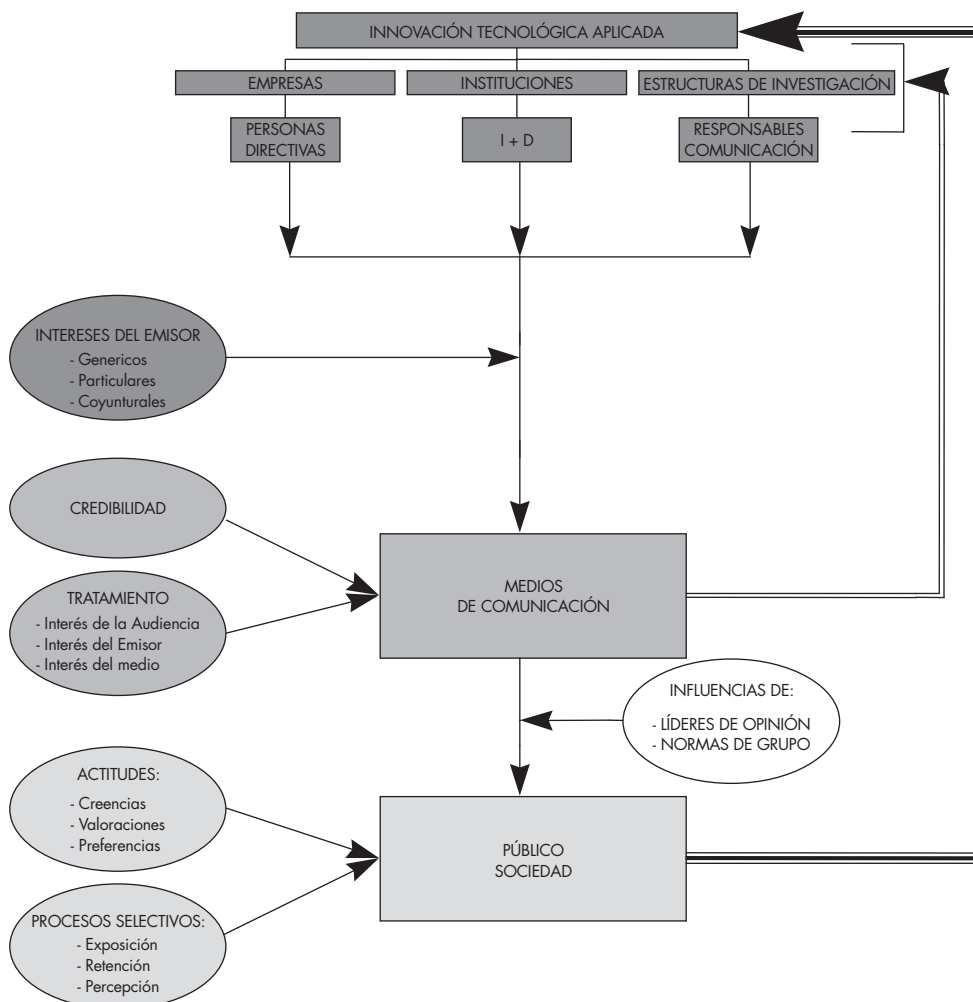
partir de ese mensaje impactante, la ciudadanía reacciona aceptando la totalidad o una parte del conjunto de informaciones transmitidas y sobre todo le concede una determinada credibilidad en función de su sistema de valores, creencias y preferencias.

Se trata, en definitiva, de todo un proceso sistémico e interactivo, tal y como aparece sintetizado en el gráfico adjunto en el que se esquematizan los pasos, momentos e interrelaciones que ocurren desde el nacimiento de la «noticia» hasta su mayor o menor aceptación por parte de la sociedad. Naturalmente, tal aceptación crea un reflujó con repercusiones no sólo en cómo se transmite lingüística y semánticamente la noticia sino en la concepción misma del significado y trascendencia del hecho noticioso de la ITA.

En ese proceso hay tramos y puntos de inflexión sumamente interesantes para ser investigados porque resulta fácil constatar que no todos los estamentos participantes destacan con la misma intensidad en contribuir a la sensibilización de la sociedad sobre la importancia de la introducción de innovaciones tecnológicas aplicadas en los desarrollos productivos. Es sabido que cada escalón tiende a adaptar su comunicación a objetivos inmediatos y a conseguir del escalón más cercano la respuesta más adecuada a sus propios intereses: Imagen de Empresa, Imagen de Producto, Inserción por Parte de la Comunicación, Audiencia, etc.

Los diarios, al informar y explicitar noticias relativas a ITA, presentan varias peculiaridades: su público es menor que la audiencia de la radio y, sobre todo de la televisión. El espacio o superficie destinado a noticias ITA resulta menor del 0.5% de la «mancha informativa» total. El interés por lo científico y tecnológico ocupa en general un lugar inferior al prestado a otras secciones de los periódicos y, aunque su credibilidad es notable, en numerosas ocasiones la misma noticia ofrecida por radio o televisión logra mayor impacto. En definitiva, la tesis estadísticamente verificada «se lee poco» conlleva una disminución de la importancia de la prensa frente a la fuerza de otros tipos de medios de comunicación en la construcción de los universos interpretativos del ciudadano individual y colectivo sobre los grandes temas humanos, sociales, políticos y económicos, y sobre temas más particulares como es el de la percepción y valoración del papel de la ciencia y de la tecnología.

**Proceso de comunicación: innovación tecnológica-medios de comunicación-sociedad**



Pero, a pesar de los escollos y dificultades, el estudio del impacto de las informaciones científico-tecnológicas de prensa sobre la población en general o en parte de ella (los lectores) resulta revelador sobre todo enfocado desde la perspectiva de conocer qué, cómo y cuándo se pueden ofrecer noticias que capten con mayor intensidad la atención del público y logren contribuir a la formación de una mentalidad letrada y cultivada en este campo. Ese será uno de los análisis que Cotec va a abordar de inmediato.

## Anexo Datos técnicos del estudio

### Medios analizados

Desde la realización del último estudio, la evolución de algunos medios impresos ha hecho necesario introducir algunas modificaciones tanto en los títulos considerados, como en el tratamiento de los mismos.

#### Diarios de información general

En este bloque, además de los soportes considerados en los estudios anteriores, se ha introducido *La Razón* que no se editaba en las etapas previas.

En consecuencia, los títulos analizados son los siguientes:

- *ABC*
- *El Mundo*
- *El País*
- *El Periódico*
- *La Razón*
- *La Vanguardia*

#### Diarios de información económica

Se han mantenido los mismos títulos que en las ediciones anteriores:

- *Cinco Días*
- *Expansión*
- *La Gaceta de los Negocios*

#### Revistas de información general

Las transformaciones que se han producido en este sector han aconsejado su eliminación por ser difícil la comparación de sus contenidos.

## Muestra

Como en los casos anteriores, la muestra se ha seleccionado de manera que se reproduzcan todas las alternativas de edición:

- Representación de todos los días de la semana
- Posición del día de la semana dentro del mes
- Alternativas estacionales en los 4 trimestres del año.

La composición de la muestra considerada se recoge en el cuadro siguiente:

ENERO	FEBRERO	MARZO
7 Domingo 18 Jueves 22 Lunes	13 Martes 23 Viernes	3 Sábado 21 Miércoles
ABRIL	MAYO	JUNIO
2 Lunes 8 Domingo 26 Jueves	4 Viernes 15 Martes	9 Sábado 27 Miércoles
JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
5 Jueves 9 Lunes 15 Domingo	10 Viernes 28 Martes	5 Miércoles 15 Sábado
OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
11 Jueves 15 Lunes 28 Domingo	6 Martes 16 Viernes	12 Miércoles 22 Sábado

Esta muestra supone 28 ejemplares de cada diario de información general y 24 ejemplares de los diarios económicos.

### Contenidos analizados

En un principio se decidió que los contenidos sometidos a análisis serían los comprendidos en el Cuerpo Principal del ejemplar analizado. Los encartes y dominicales quedaban excluidos del análisis.

Dada la diferente estructura de los títulos considerados, se ha convenido en llamar «Cuerpo Principal» del ejemplar a todas las páginas que presentan una numeración correlativa. Es necesario hacer notar que esto supone un tratamiento distinto para algunos títulos. Por ejemplo, *La Razón* incluye en el cuerpo principal secciones que en los otros diarios de información general se corresponden con encartes no incluidos en el análisis.

En una primera consideración de los diarios de información general del último trimestre de 2001 se observa una disminución de noticias de ITA, las cuales parecen haber migrado a algunos de los encartes.

### Palabras significantes y Familias de palabras

En esta ocasión la identificación de Palabras Significantes no se ha realizado de forma automática, sino que ha sido efectuada por los analistas.

Asimismo, la asignación de Palabras Significantes a las Familias de Palabras la han realizado los analistas. Se han respetado las familias de palabras identificadas en la edición «96-97» y se han creado las familias nuevas que se han estimado necesarias.

### Evaluación del contenido de la noticia

Todas las noticias de ITA se han evaluado en función de que en su contenido se mencionen explícitamente:

- Riesgos
- Utilidades
- Valoración ética
- Repercusiones económicas

De acuerdo con el tratamiento que se da a la noticia, en cada uno de estos aspectos, se ha valorado la noticia en una escala de -3 a +3, con un punto medio de 0.

## Metodología

### ***Fase de planificación: El trabajo y las decisiones operativas de los dos equipos de expertos-jueces***

El análisis de contenido de toda información escrita referente a un determinado tema, como es en este caso, ITA (Innovación Tecnológica Aplicada en España), necesita de un período inicial para establecer con precisión y detalle qué informaciones se ajustan a la definición dada del objeto a estudiar y cuáles quedan fuera de su campo y, por tanto, no pueden ser contempladas. Ciertamente dos de los cuatro conceptos presentes en ITA, Innovación y Tecnológica, son muy amplios y colindan con realidades muy similares como descubrimiento, desarrollo científico, investigación básica, difusión, científicos, ingeniería, etc. que por sí solos no cumplen la exigencia de ser Innovación Tecnológica.

Por otra parte, también debe cumplirse que sea Aplicada y que se haya dado en España con lo cual bastantes noticias debían ser cuidadosamente analizadas para determinar su pertenencia al objeto de estudio o no. La tarea de verificación de la pertenencia y sobre todo la propia captura del «sentido» de la noticia y de sus componentes lingüísticos presenta siempre un inconveniente, sobre todo, cuando tan sólo es un investigador quien toma las decisiones, ya que el nivel de subjetividad puede alcanzar niveles, aunque involuntarios, significativamente altos.

Para lograr la máxima objetivación posible en este estudio se optó por el «diseño experimental» sobre la base de dos grupos de investigación con la misma función de «inter-control»: El equipo del Dr. Félix Calvo, Catedrático de Métodos y Técnicas de Investigación Social de la Facultad de Sociología de la Universidad de Deusto y el equipo de AGB Consultor. Tras elegir los 56 periódicos del cuarto trimestre del 2001 (octubre-noviembre-diciembre) como submuestra adecuada para tomar decisiones interpretativas válidas para todo el análisis general del año se trabajó en dos direcciones fundamentales:

la determinación/definición de las Palabras Significantes o Unidad Básica de Recogida de Información y la elaboración del elenco total de Categorías o Familias de Palabras donde poder clasificar toda la información.

La revisión de todo el material correspondiente al cuarto trimestre, tras las lógicas y necesarias reuniones de intercambio, acuerdos y toma de decisiones operativas, dio como resultado la identificación definitiva de 58 noticias pertenecientes a ITA y 4.689 Palabras Significantes clasificables en 32 Familias de Palabras, lo cual supuso la consecución de los dos objetivos planteados.

### **La unidad básica de recogida de información**

Finalmente se decidió usar para la investigación de todo el material bruto del año 2001 las Palabras Significantes. Se entiende por Palabra Significante, todo vocablo o conjunto de vocablos con significado propio, estuviera o no estuviera referido a la temática principal de la noticia. El tomar como Palabra Significante a un conjunto de vocablos (a veces toda una frase) vino determinado tras operar informáticamente con varios paquetes de análisis de textos y comprobar que la búsqueda e identificación de sólo un vocablo (palabra) o incluso varios, no llegaba a conseguir en la mayoría de las ocasiones la captación del «sentido» de lo que se quería decir, sobre todo cuando entre los vocablos aparecen conjunciones, preposiciones, los condicionales y otros tiempos verbales, etc. Por tanto, muchas de las palabras significantes recogidas son en realidad conjuntos de vocablos con significación propia y específica.

### **La unidad operativa de análisis**

La constituyen las Familias de Palabras, concretamente 32 (ver tabla adjunta). Cada Familia de Palabras acoge obviamente a una serie de palabras significantes con un eje y significado comunes de forma que no se tienen en cuenta aquellas palabras extrañas a la temática tratada o aquellas cuyo significado fuera ambiguo o indeterminado.



**Tabla de familias de palabras relacionadas con ITA**

1993	1997		2001	
innovación	innovación	salud	innovación	innovación
tecnología	tecnología	bancos	tecnología	tecnología
investigación	investigación	internet	investigación	investigación
economía	economía	transportes	economía	economía
concep. empresa	concep. empresa	espacio	concep. empresa	concep. empresa
maquinas	maquinas		maquinas	maquinas
energía	energía		energía	energía
informatica	informatica		informatica	informatica
tec. comunicac.	tec. comunicac.		tec. comunicac.	tec. comunicac.
coche	coche		coche	coche
empresa/marcas	empresa/marcas		empresa/marcas	empresa/marcas
entidades	entidades		entidades	entidades
internacional	internacional		internacional	internacional
Europa	Europa		Europa	Europa
España	España		España	España
neg. comunicac.	neg. comunicac.		neg. comunicac.	neg.cComunicac.
teléfono	teléfono		teléfono	teléfono
televisión	televisión		televisión	televisión
Sevilla/expo	Sevilla expo		Sevilla/expo	

Es interesante presentar algunos datos numéricos referidos al ingente material lingüístico recogido en las tres investigaciones:

	1993	1997	2001
Número de artículos (noticias)	103	193	222
Número de frases	1.160	1.420	2.812
Total palabras significantes diferentes	5.188	5.356	6.140
Total de palabras significantes	12.566	12.856	18.421
Frecuencia de frases por artículo	11,3	19,1	12,7
Frecuencia de palabras por frase	10,8	8,7	6,6

Debe notarse el mayor número de Artículos, de Frases y de Palabras Significantes presentes en 2001 comparados con 1997 y con 1993. Pueden haber contribuido a ello varios factores determinantes:

- La toma en consideración en el análisis del año 2001 no sólo del cuerpo principal del periódico (con sus correspondientes secciones de Madrid o Barcelona) sino de determinados Encartes que acompañan en días concretos a todos los periódicos menos a *La Razón*.

- La elección de nuevas Palabras Significantes pertenecientes a los nueve subtemas o Familias de Palabras añadidas (Tiempos/Plazos, Fuerza de Trabajo, Medio Ambiente, Proceso, Producto, Legislación, Cliente, Personas y Repercusiones Negativas).
- El posible incremento del poder comunicativo del propio concepto noticiable «Innovación Tecnológica».
- El mayor interés de los diarios por el tema de la ITA.
- Una mayor comprensión y dominio periodístico del tema con su consiguiente aumento no sólo del vocabulario expresivo sino de la amplitud de la exposición.

Es llamativo, sin embargo, el descenso paulatino del número de palabras por frase en 1997 y en 2001. Como si el estilo periodístico de escribir se fundamentara cada vez más en frases cortas, con mayor entrelazamiento entre ellas y con la tendencia a usar vocablos referenciales (pronombres, adjetivos), elipsis, ejemplos gráficos y recordatorios, en lugar de palabras nuevas. Quizás se deba también en parte a la influencia de esquemas específicos de comunicación periodística. En cualquier caso, la riqueza terminológica y semántica medida por la cantidad de palabras significantes diferentes no sólo no disminuye sino que aumenta levemente en 1997 y en 2001.

### **Bases de datos:**

#### **Características complementarias recogidas**

##### **Ficha ITA de palabras significantes**

Para la recogida de información necesaria para el estudio se elaboró una «Ficha ITA» en la que, además de registrar todas las palabras significantes y su pertenencia a la Familia de Palabras correspondiente, así como cumplimentar las Variables de Identificación de la noticia: el diario de información general o de información económica de donde procede, si pertenece al Cuerpo Principal del periódico o a Encarte, la fecha, el título, la página y el sector de actividad, se incluyó un breve Cuestionario de Evaluación Cualitativa para puntuar por los investigadores la propia noticia ITA en cuatro diferentes dimensiones: la dimensión Riesgo-Confianza, la dimensión Nivel de Utili-

dad, la dimensión Moralidad (Ética) y la dimensión Repercusiones Económicas. Se perseguía así adjetivar cualitativamente a la noticia y conocer en qué grado se hacía hincapié en la utilidad de la innovación tecnológica aplicada así como su posible orientación a la confianza más que al riesgo, lo mismo que las posibles ingerencias o consecuencias sobre asuntos moralmente dudosos y también las alusiones sobre sus repercusiones económicas.

### **Ficha ITA de superficie y presentación**

La toma de datos referida al «quantum» de la noticia para verificar qué porcentaje de superficie alcanzaba sobre la mancha total en cada uno de los periódicos así como detalles sobre si iba acompañada de foto o infografía, su ubicación en página preferente o no preferente, etc... se realizó con la siguiente encuesta:

*Variables de Identificación: Periódico*

- Encarte
- N.º de la noticia
- Fecha
- Título
- Sector de actividad
- Sección
- Página

*Superficie:* en mm/columna y mm total de ITA

*Ubicación de la noticia:*

- Página preferente o no preferente
- Cuadrante: 1º, 2º, 3º ó 4º

*Periodista:* Nombre

Ciudad

*Componente gráfico:* Sí o No

- Fotografía: Sí (Personaje u objeto) o No
- Infografía: Sí (Diagrama o dibujo) o No
- Pie de foto

## Técnicas de análisis

### Técnicas cualitativas

Dadas las características del estudio, es obligado usar los dos grandes tipos de técnicas de análisis: las cualitativas y las cuantitativas. Entre las primeras destaca el análisis semántico y de significado por el que cada vocablo es designado como palabra significante y se incluye en una determinada Familia de Palabras.

Este trabajo, como ya se ha indicado, se realizó por separado por cada uno de los dos grupos independientes de investigación y, posteriormente, se intercambiaron resultados con el fin de lograr una mayor objetividad en la comprensión del texto. Se trata, por tanto, de una «lectura científica» realizada por expertos capaces de adentrarse en el trasfondo de cada vocablo. No es una «lectura informática» siguiendo los pasos de cualquiera de la amplia gama de programas informáticos de análisis de textos existentes, simplemente porque, como ya es sabido, en este tipo de estudios los ordenadores no «entienden», ni en última instancia están preparados para captar la múltiple realidad inscrita en un solo vocablo y menos aún en un conjunto de vocablos relacionados y puestos en una frase.

Es decir, la tarea de comprensión y de captura del «sentido» del texto se ha realizado en los dos equipos a través de una lectura cuidadosa y parsimoniosa de lo escrito con especial atención a eliminar en lo posible cualquier tipo de subjetividad.

### Técnicas cuantitativas

Entre las técnicas cuantitativas destaca el recuento estadístico de frecuencias y porcentajes y el cruce de tablas.

El Análisis Factorial de Correspondencias Simples es, en realidad, una técnica mixta por cuanto presta armazón matemático-estadístico como técnica multivariante avanzada a un objetivo analítico propiamente cualitativo como es el análisis de contenido. Como se describe en el apartado 4.º de este estudio esta técnica sirve para dilucidar qué tipo de prensa se inclina más por unos temas y menos por otros de forma que puede conocerse cómo entienden unos y otros la ITA y, a la vez, cómo puede definirse la ITA a partir de las agrupaciones que se forman entre las 32 Familias de Palabras.

## Cuatro trucos y cuatro entradillas

*Javier Sampedro*

No hay margen para el optimismo. A diferencia de la mayoría de los analistas, mi opinión es que los periódicos no están dedicando más páginas a la divulgación científica, ni están contratando a más periodistas especializados en esa materia, ni crecen los lectores interesados en estas cuestiones. Dejando aparte las noticias pseudocientíficas, que siguen publicando los mismos medios de tercera fila que las han publicado siempre en la creencia —cada vez más errónea— de que contribuyen a aumentar sus audiencias, los consumidores de información científica sobria siguen siendo la misma minoría de siempre, compuesta esencialmente por los propios científicos, o mejor dicho, por la selecta y más bien escasa fracción de científicos que leen periódicos, y por un igualmente selecto grupo de lectores con una alta curiosidad intelectual que suelen interesarse por la investigación y sus vericuetos. Por lo tanto, el problema al que se enfrenta la divulgación científica en España sigue siendo el mismo de siempre: cómo llegar a un público más amplio. No a los diez millones de personas que siguen *Gran Hermano*, ni siquiera al par de millones que compra algún periódico de calidad. Cien mil lectores sería ya un objetivo ambicioso: esos cien mil lectores cultos, sí, pero que no suelen incluir la ciencia en su complaciente definición de cultura, y que incluso consideran de buen tono jactarse de esa ignorancia. Me apresuro a aclarar que no dispongo de una receta para resolver este problema, y que deberé conformarme en lo que resta de este artículo con ofrecer —balbucir, sería mejor verbo— tres trucos que, según creo intuir por mi experiencia, contribuyen a romper la barrera del círculo de lectores especializados. Completo el artículo con cuatro entradillas publicadas en *El País* de las que, espero, se puede extraer alguna inspiración válida.

## Rigor (mortis)

Ya sabemos que no hay que publicar mentiras, ahorrémonos esa murga. El punto que quiero subrayar aquí es que la muy manida máxima del «rigor» no debe servir para que el escritor científico incumpla su obligación, que es *escribir*: no pegar palabras, ni llenar párrafos, ni superar una prueba de dictado, sino componer un texto transparente, atractivo y contextualizado. Si nuestra misión del día es contar para un lector de periódico un trabajo aparecido en el *Journal of Molecular Biology*, el reto no es describirlo con rigor: para eso bastaría con fotocopiar el artículo del *Journal of Molecular Biology*, y no nos pagan por hacer fotocopias. El reto es encontrar en ese trabajo técnico un mensaje que le pueda interesar a cualquier lector no especializado. Si ese mensaje es que alguien ha encontrado vida en Marte, estamos de suerte, porque esa historia se cuenta sola. Por desgracia, eso no ocurre casi nunca. Lo más normal es que el mensaje del artículo sea, digamos, que los investigadores han hallado un caso de *downhill folding* en las proteínas, y que el periodista no sólo tenga que dedicar varias horas a intentar entender de qué va el *downhill folding* de las proteínas, sino que, una vez lograda esa proeza, se dé cuenta con irreprimibles escalofríos de que ese asunto no podrá jamás interesar más que a los propios autores del trabajo y a sus competidores del laboratorio de al lado. ¿Qué hacemos ahora con el cacareado rigor?

Solución: dar un paso atrás para ganar perspectiva. Por ejemplo: ¿Por qué los investigadores se pusieron a estudiar ese problema abstruso? Ésta es una cuestión que, a menudo, no aparece resuelta en el artículo del *Journal of Molecular Biology* con el que estamos bregando. Pero casi siempre puede responderse haciendo una llamada al autor del trabajo. Nos enteraremos así, tal vez, de que hasta ahora todas las proteínas parecían activarse o desactivarse de manera discreta y brusca, y de que nuestros investigadores han encontrado por fin una proteína que se activa (o desactiva) de forma gradual y parsimoniosa. Ahí tenemos un concepto manejable: donde todo el mundo había creído ver interruptores, los protagonistas de nuestra historia han descubierto un *mando de volumen*. Tirando de ese hilo, averiguamos que ese hecho plantea importantes novedades para entender cómo una célula responde a una hormona, o al contacto con

otra célula, o a un cambio de temperatura en su entorno. Que esa respuesta se base en componentes que no funcionan como interruptores, sino como mandos de volumen, seguramente puede resolver antiguas paradojas a las que nadie sabía hasta ahora cómo hincar el diente. Tal vez esas paradojas sean relevantes en la comprensión de las hormonas sexuales, o del cáncer, o de la evolución biológica. Pues bien: ahora tenemos el titular y el hilo conductor de nuestro artículo. Es muy posible que ninguna de esas cuestiones amplias aparezcan en el artículo del *Journal of Molecular Biology*, pero deben ser el fundamento de *nuestro* artículo, en el que tal vez, lo que son las cosas, ni siquiera aparezca el concepto de *downhill folding* que da título al trabajo técnico.

La moraleja es que, actuando de esta forma, no habremos escrito ninguna mentira, pero tampoco nos habremos escudado en la socorrida, manida y estéril máxima del «rigor» para disfrazar nuestra ignorancia y endosar al público un ladrillo que no leerá ni bajo torturas. Huyamos del rigor (mortis): no sirve para nada si nadie lee el artículo. La falta de rigor más perniciosa no deriva de la necesidad de llegar a un público amplio, sino de la falta de comprensión del periodista. Es decir, no se debe a la ignorancia del lector, sino a la del escritor.

## Mantener lo simple

Tomemos la siguiente afirmación, que yo mismo habré escrito más de una vez: «El mismo gen hace el ojo de una mosca y el ojo humano». La frase suscita interés y sorpresa, y además se entiende muy bien pese a su economía de medios. Pero incurre en múltiples infracciones flagrantes. Para empezar, difícilmente se puede decir que el gen de la mosca (que se llama *eyeless*) es «el mismo» que el humano (llamado *Pax-6*) cuando el 70% de sus unidades (bases del ADN o aminoácidos de la proteína) son distintas. En segundo lugar, por razones obvias no se ha podido hacer un experimento crítico para apoyar la frase: tomar el gen de la mosca, introducirlo en una persona y comprobar que genera un ojo allí donde se activa (por ejemplo, en una pierna). Por último, es sabido que los genes no «hacen» ojos. ¿Es, entonces, inaceptable la frase? ¿Hemos sacrificado tres esencia-

les conceptos científicos en pos de una claridad perversa que nadie debería agradecerarnos?

No lo creo. Más que de tres indeseables sacrificios, yo hablaría de tres simplificaciones necesarias. Por muchas diferencias (70%) que haya entre las unidades de un gen y de otro, estamos en nuestro perfecto derecho de llamarlos «el mismo» gen: no todas las partes de un gen son igual de importantes, y en este caso sabemos que las partes esenciales (la llamada *homeobox* y otras zonas cruciales) son lo suficientemente parecidas como para asegurar que ambos genes tienen un origen evolutivo común, y que han conservado su función después de los 600 millones de años que han pasado desde que las moscas y los humanos eran la misma especie, en los inicios del Cámbrico. En segundo lugar, y aunque el citado experimento *tipo Frankenstein* no se ha podido hacer, sí se ha hecho el experimento inverso (el gen humano *hace* ojos cuando se inserta en una mosca), y lo más sensato es suponer que lo mismo ocurriría en el sentido contrario. Y, por último, es cierto que los genes no «hacen» ojos, pero también lo es que ése es exactamente el verbo que utilizan todos los genetistas cuando hablan entre sí a la hora del café. Si ellos hablan así, ¿por qué vamos a hurtar esa ventaja a los lectores de un periódico?

Ya ven que acabo de gastar 400 palabras en justificar una frase de 13. Uno no dispone de 400 palabras para explicar cada concepto cuando escribe un artículo de periódico, así que haremos mejor en quedarnos con las 13 palabras y tirar las 400. La simplificación es absolutamente necesaria en la escritura científica. Eso sí, el escritor deberá saber siempre qué simplificaciones son válidas (es decir, deberá tener 400 palabras *en su cabeza* por cada 13 que escribe).

## ¿Hay que explicarlo todo?

No. No hay forma de explicarlo todo. Para comprobarlo, basta volver a la frase que analizamos en la sección anterior: «El mismo gen...» ¡Alto! ¿Qué es un gen? ¿Tendremos que explicarlo antes de seguir con nuestra frase? Pues no, no podemos. Si cada vez que aparece la palabra *gen* tenemos que explicarle al lector profano la doble hélice, las reglas de Chargaff, el código genético, el RNA de transferencia, lo que es



un promotor, el hecho de que los genes están en todas las células y no sólo en los gametos, y unas cuantas generalidades sobre el plegamiento de las proteínas, es evidente que jamás lograremos escribir ni media columna.

Afortunadamente, y aunque el lector general no conozca nada de lo anterior, la palabra *gen* está en su vocabulario. Y, las más de las veces, ese sentido coloquial, intuitivo, de *gen* —algo así como «cosa que los padres transmiten a los hijos y causan que éstos se parezcan a aquéllos»— es más que suficiente para entender el resto del artículo. El escritor científico debe renunciar a dar lecciones, o a exhibir su erudición. Sólo debe explicar aquello que el lector necesita *en ese preciso instante*, lo que necesita para entender el resto del artículo, o del capítulo, o del párrafo. Para lo demás, basta con el sentido coloquial o intuitivo de los términos científicos. Por supuesto, abundan las ocasiones en que no existe tal sentido coloquial o intuitivo, pero esto nos lleva a la siguiente sección.

### ¿Hay que huir de todo tecnicismo?

No. Hay que huir de algunos, como proteoma, transcriptoma, metaboloma y behavioroma: basta con no utilizarlos, no se pierde absolutamente nada. Sí conviene usar genoma, sin embargo, porque es fácil predecir que será pronto una palabra de uso común. ¿Dónde está el límite? Está en el oído lingüístico del comunicador científico (y más vale que lo tenga). He aquí otros ejemplos de tecnicismos que, en mi opinión, se pueden usar sin complejos (y a pesar de que el lector general no tiene por qué saber exactamente lo que son), y de otros relacionados que no conviene usar: prión (pero no «cepa conformacional»), espongiiforme (pero no «placa amiloide»), ADN (pero no ARN), supernova (pero no «anillo de acreción»), y fotón (pero no bosón). Insisto en que no es más que una cuestión de oído, consistente más o menos en predecir qué palabras tienen la suficiente capacidad metafórica para sugerir un concepto y, por tanto, cuáles tienen una alta probabilidad de extenderse en el lenguaje común.

A continuación, las entradillas prometidas.

### Entradilla 1

«La nueva ciencia de la genómica no ha averiguado aún qué somos, ni mucho menos adónde vamos, pero está muy cerca de descubrir de dónde venimos. Un grupo de evolucionistas moleculares de los Institutos Nacionales de la Salud (NIH, en Bethesda, Estados Unidos) acaba de concluir que LUCA, el organismo primitivo del que provienen todos los seres vivos actuales —sean microbios, gladiolos o seres humanos— era una bacteria de vida autónoma con 572 genes. Las personas tenemos 30.000 genes, que en su mayoría deben provenir de aquellos 572».

Hay tres licencias científicas que saltan a la vista:

*La apelación a la trascendencia.* El mensaje al lector es que el artículo que tiene delante no es otra aburrida disertación sobre los genomas, la doble hélice del ADN, el libro de la vida ni el determinismo genético. El artículo trata nada menos que de las grandes preguntas que han torturado a la humanidad desde la noche de los tiempos: ¿Qué somos, de dónde venimos, adónde vamos?

A ningún científico se le ocurriría ponerse tan pomposo en un trabajo sobre genética, pero la pompa es un aspecto fundamental de la comunicación científica: que el primer problema al que se enfrenta el escritor es justificar el mero hecho de estar escribiendo. Nadie necesita explicar porqué está redactando un artículo sobre un tiroteo en pleno centro de la ciudad en el que han muerto tres personas: el tema se vende solo. Pero los temas científicos casi nunca se venden solos. Si estamos a punto de infligir al lector una información a cuatro columnas sobre genómica comparada, mejor será que empecemos por explicarle *a qué viene eso*, por qué le molestamos con una cuestión tan abstrusa e irrelevante para la vida cotidiana. Hay que *venderle* el tema.

*Un tecnicismo sin definir.* LUCA es un tecnicismo: son las siglas de *last universal common ancestor*, el último ancestro común de todos los seres vivos actuales. En un mundo —el de la divulgación científica— en el que es preciso huir de los tecnicismos como de la peste, resulta cuando menos discutible utilizar uno nada menos que en la entrada y, encima, sin explicar que se trata de siglas y sin explicar qué significan esas siglas. Sin embargo, no se trata de un error, sino de una operación muy calculada. La ciencia nos regala a menudo expresiones

que, pese a ser tecnicismos, resultan valiosísimas cuando uno escribe para un público amplio, y no debemos dudar en utilizarlas sin complejos. LUCA es un ejemplo, pero hay muchísimos más. La energía oscura, los agujeros negros, el horizonte de sucesos, la geoda gigante o el efecto túnel son términos que no debemos hurtar a los lectores no especializados, aun cuando una explicación rigurosa de los conceptos que designan quede fuera de los objetivos del artículo periodístico. Los tecnicismos, cuando son bellos y evocadores, no sólo estimulan la imaginación del lector, sino que también pueden servirle para profundizar en el asunto, si es que así lo desea, tal vez, simplemente introduciendo la palabra en *Google*. Por supuesto, nada de lo anterior es aplicable a sopas de letras tan espantosas como «la quimiocitoquina IL-beta HDG», cuyo uso en un artículo periodístico garantiza el salto inmediato del lector a las páginas de deportes. Pero cuando los científicos nos dan hecho el trabajo de bautizar los conceptos de forma bella y creativa, es un error despreciar su esfuerzo. Hay científicos muy buenos en esto: aprovechémonos de su trabajo.

*El aire (tramposo) de precisión.* Cualquier científico sabe que ninguna cuantificación tiene sentido si no va acompañada de una estimación del error. Por esa razón, la cifra precisa de 572 genes carece de sentido. Podrían ser 400 o 700, y la conclusión sería todavía igual de importante: que la genómica comparada (es decir, una serie de algoritmos aplicados a un problema evolutivo abstracto) ha logrado deducir que el ancestro de todos los seres vivos de la Tierra era una bacteria *autónoma*, es decir, que tenía un genoma pequeño (de sólo unos cuantos cientos de genes), pero dotado con todas las funciones biológicas necesarias para sostener la vida sin ayuda externa. Entonces, ¿qué pinta en esa entradilla la cifra rigurosamente innecesaria e insultantemente precisa de «572 genes»?

Respuesta: es música de fondo. Lo que hace ahí esa cifra exacta es vestir el texto con los acordes de la matemática (los científicos han usado algoritmos), de la abstracción (han descompuesto un ser vivo en sus elementos teóricos) y de los *hechos duros*, algo siempre muy de agradecer en una disciplina tan sucia, inasible y cualitativa como la evolución biológica.

Nada de lo anterior quiere decir que yo me inventara la cifra de 572. Ese número es mencionado explícitamente por los investigado-

res en su trabajo técnico, y es el que ellos favorecen por una serie de consideraciones plausibles y sólidas. Pero el caso es que el artículo periodístico no entra en ningún momento en cuáles son esas consideraciones. A efectos estilísticos, hubiera dado exactamente igual que la cifra fueran 856 genes en vez de 572. Lo que no hubiera valido es «800 genes» ni «600 genes» ni «unos cuantos centenares de genes». Eran precisos los tres dígitos.

## Entradilla 2

«El 28 de febrero de 1953, Francis Crick entró en el *pub* The Eagle, en Cambridge, y anunció a la clientela: “Hemos encontrado el secreto de la vida”. Se refería a la doble hélice del ADN. Los 50 años que han pasado desde entonces han revelado que Crick no estaba exagerando».

Esta es una mini-entradilla, o «sumario», redactada para introducir un amplio artículo en conmemoración de los 50 años del descubrimiento de la doble hélice en EPS, la revista dominical de *El País*. El semanario *Time* utilizó la misma idea del *pub* para introducir su artículo. Afortunadamente, EPS salió un día antes que *Time*, o quien suscribe hubiera sido acusado de plagio.

Debemos precisamente a uno de los descubridores de la doble hélice del ADN, el estadounidense James Watson, la reinención de los científicos de carne y hueso. Hasta hace 35 años, la ciencia parecían hacerla almas puras, sabios bondadosos y despistados que flotaban ingrátidos en una atmósfera etérea de conceptos nítidos, ecuaciones elegantes y avances rectilíneos del conocimiento desinteresado. Fue Watson, en su librito de memorias *La doble hélice*, de 1968, quien demostró al mundo que esa arcadia académica era una ficción, y ni siquiera de las más realistas. Los protagonistas del mayor descubrimiento de la biología del siglo XX no sólo tenían carne, sino que la usaban para amar y odiar, intuir y temer, dudar y espiar, pisarse los unos a los otros y llevarse el gato al agua en una contienda donde la curiosidad intelectual era inseparable, si no indistinguible, de la ambición egocéntrica. ¡Y hasta iban a bares!

El descubrimiento de Watson —no el ADN, sino la constatación de que los científicos están hechos de carne— es una herramienta valiosísima en manos de un escritor científico, porque convierte la di-

vulgación en un género novelístico, y abre la posibilidad de poner al servicio de la comunicación científica toda la batería de artes y oficios que los narradores han engrasado durante siglos de buen hacer literario. En mi libro *Deconstruyendo a Darwin* he utilizado estos trucos exhaustivamente: Cuento la teoría de la selección natural desde la popa del *Beagle*, expongo la generación evolutiva de orden desde la escafandra del sargento Wilberforce, un ficticio pionero de la exploración espacial, enmarco el problema de la simbiosis en la epopeya personal de la bióloga estadounidense Lynn Margulis, trazo los meandros del equilibrio puntuado con el perfil psicológico del heterodoxo Stephen Jay Gould, me sumerjo en el enigma de los genes Hox a través de los científicos españoles que más contribuyeron a su esclarecimiento, y utilizo con descaro el *gancho* del gran lingüista Noam Chomsky para imaginar los vericuetos de la evolución del cerebro humano: un verdadero abuso de la muy noble técnica de la personalización.

La imagen del pub es casi perfecta. Uno da por hecho que los grandes descubrimientos deberían darse a conocer en seminarios científicos o en revistas técnicas, si acaso en alguna oscura pizarra de la salita de café de un anodino centro de investigación, pero el caso es que la doble hélice del ADN —«el secreto de la vida»— se anunció en el *pub* The Eagle, en el centro de Cambridge, y detrás de unas buenas pintas de *ale* a temperatura ambiente, como manda el buen tono. ¿Qué más puede pedir un divulgador? A la ciencia le falta narrativa, y es misión del escritor suministrarla.

### Entradilla 3

«Una de las propiedades esenciales de la célula viva, la de adaptar sus miles de actividades a las variaciones del entorno y a las exigencias del desarrollo, depende de la capacidad de las proteínas para activarse o desactivarse en respuesta a factores externos. Todas las proteínas analizadas hasta ahora parecían responder de manera brusca y discreta: están inactivas en un amplio intervalo de temperatura, acidez o concentración de otras moléculas, y se activan de pronto cuando esas condiciones superan un umbral preciso. Son interruptores biológicos. Pero el grupo de Víctor Muñoz, del Centro de Estructura Biomo-

lecular de la Universidad de Maryland, en colaboración con la Universidad de Granada, ha descubierto (*Science*, 13 de diciembre) la primera proteína que no se comporta como un interruptor, sino como un verdadero *mando de volumen*».

No estoy particularmente orgulloso de esta entradilla: no es especialmente brillante, ni divertida, ni trascendental ni transparente. Si la he puesto aquí es porque contraviene casi todas las normas de la entradilla periodística. Y, según creo, que las contraviene con razón. Cuando uno sólo dispone de un párrafo, lo preceptivo es que se lo gaste en describir las novedades: lo que acaba de pasar, lo que se acaba de descubrir, lo que justifica que una noticia ocupe ese valioso espacio en un periódico. Pero, si hubiera seguido esas guías en este caso, el resultado hubiera sido estrictamente incomprensible: de pronto, y sin saber muy bien a cuento de qué, el lector se hubiera encontrado con unos científicos que habían hallado una proteína cuya forma de *estroparse* (de perder su función) era continua y parsimoniosa. Y el lector se habría preguntado: ¿Y qué? La relevancia de este trabajo científico no se puede entender si no describimos la situación anterior: que se pensaba que las proteínas se activaban y desactivaban bruscamente. Sólo así se entiende que el hecho de que una proteína se comporte con parsimonia —como un *mando de volumen* en lugar de un *interruptor*— constituye una novedad digna de mención. El resultado es la trasgresión mencionada: dos terceras partes de la entradilla se van en los precedentes (cosas que ya se sabían hace decenios) y apenas queda sitio para lo nuevo.

La novedad manda en periodismo, pero el periodismo científico requiere relajar esa norma. La razón es que los avances científicos sólo son interesantes (para un lector general) en tanto mejoran nuestra comprensión del mundo, aunque sea de una pequeña parcela de mundo. Que el genoma humano se haya secuenciado es muy importante para los genetistas, pero al lector le da igual a menos que le digamos en qué mejora eso nuestra comprensión del mundo respecto a la situación anterior. Por eso «Descifrado el genoma humano» es un mal titular, mientras que «El ser humano tiene menos genes que una mala hierba» es bastante mejor.

Otra forma de mirar a esta cuestión es la siguiente: en ciencia, las cosas realmente importantes nunca sucedieron ayer. Lo que pasó ayer —el objeto del periodismo escrito por definición— no puede ser más

que una excusa para hablar de los últimos veinte años, un hilo de actualidad por el que acceder a la madeja completa. Por tanto, la función del artículo periodístico ya no es contar lo que acaba de pasar, sino contar cómo lo que acaba de pasar afecta a la gran cuestión, al asunto general que, de hecho, ha causado que tal laboratorio o cuál otro se interesara en primer lugar sobre ese asunto.

Por supuesto, los especialistas se impacientarán con ese tipo de artículos. Ellos ya conocen el gran esquema, y lo que quieren es informarse de las novedades. Pero no es a ellos a quienes debe dirigirse el periodista científico. El artículo ideal es aquél que lee todo el mundo fuera de la especialidad, y nadie dentro de ella. Si no podemos alcanzar ese paraíso, conformémonos con que nos lea el menor número posible de especialistas.

Nada de lo anterior quiere decir que los artículos de periodismo científico tengan que estar escritos para niños, o que deban simplificarse hasta dejar irreconocible su contenido técnico. Vean lo que piensa sobre esta cuestión Steven Pinker, del Massachusetts Institute of Technology (MIT), y uno de los mejores escritores científicos de la actualidad:

«Creo que cualquier persona curiosa está interesada en las materias objeto de la ciencia [...]. Mi “secreto” viene del consejo que me dio una editora: no trates de escribir para todos los camioneros y desplumadores de pollos del país. Lo más probable es que no lean tus libros, independientemente de lo que pongas en ellos. Escribe para tu compañero de habitación del colegio mayor: alguien tan inteligente como tú, pero que eligió otra carrera y por tanto no conoce tu jerga ni tu materia de estudio. Puede ser un médico, un maestro, un ejecutivo, un librero o cualquier lector curioso. Recordar ese consejo evita escribir como quien le habla a un niño, que es lo que hacen muchos científicos cuando escriben para el gran público. Pensar en los lectores como en gente inteligente y curiosa es la clave para escribir un buen libro de ciencia. Y saber que no conocen los mismos experimentos y tecnicismos que yo me fuerza a explicar cada paso de un argumento».

### Entradilla 4

«Las únicas tres variedades de uva autorizadas en Francia para producir champán son Pinot Noir, Pinot Meunier y Chardonnay. Pinot Noir fue domesticada hace unos 2.000 años, y Pinot Meunier siempre se ha considerado una variante genética de Pinot Noir, posiblemente surgida en la Francia del siglo XVI. Dos científicos australianos han hallado ahora la mutación genética exacta que creó a Pinot Meunier, y han comprobado con sorpresa que es exactamente la misma que generó, durante la revolución verde de los años sesenta, la variedad enana de trigo que domina ahora los cultivos del mundo».

Contra lo que suele pensarse, el gran problema de la comunicación científica no es probablemente que el lenguaje técnico sea incomprendible, sino que, incluso después de traducir la jerga especializada al idioma de los mortales, los contenidos siguen viviendo en el limbo del conocimiento puro, sin relación aparente con el mundo en que nos despertamos, comemos, nos desplazamos... y compramos el periódico. Los periodistas científicos dedican grandes esfuerzos a imbricar el contenido de sus informaciones en el mundo cotidiano, y hacen bien. Pero hay formas mejores y peores de hacer esto, y las más evidentes empezaron hace tiempo a aburrir a los lectores más curiosos, es decir, a los mejores lectores.

La técnica arquetípica para *vender* un avance biológico es colar, con mejor o peor tino, que sirve o servirá para curar alguna enfermedad. De hecho, esta estrategia no es, ni mucho menos, exclusiva del periodismo: es exactamente la que usan los científicos del área biológica para solicitar financiación a sus gobiernos. No digo que la estrategia sea mala —sobre todo si tiene algún elemento de verdad—, pero conviene abrir el abanico y disponer de un repertorio algo más amplio e imaginativo.

Mi opinión es que el gran atractivo de la ciencia —el truco para *vender* una noticia científica— no se fundamenta en sus aplicaciones presentes o futuras, sino en sus elementos de misterio, de sugerencia, de narrativa. No hay mejor noticia que una noticia científica: algo que no se sabía pasa a saberse. El secreto del escritor científico es aprovechar ese potencial. Por lo demás, menos complejos y más soltura. Más vale que nos acusen de ligereza que de pesadez.



# **Adquiérela para poseerla: la herencia cultural en la era de la revolución informativa**

**Jürgen Renn**

Cuando se han desarrollado visiones para la ciencia del siglo XXI, una cosa ha llamado la atención: casi siempre se trata de visiones de las ciencias naturales. Las humanidades se encuentran ante unos desafíos, igual de fundamentales que las ciencias naturales. ¿Pero necesitan visiones las humanidades?

El objeto de las humanidades es la herencia cultural y con ella el presente cultural de la humanidad, desde las tablas de escritura babilónicas, pasando por las esculturas afganas de budas hasta los trabajos de documentación y las discusiones del protocolo de Kyoto. Mientras que al científico y al ingeniero les gusta configurar sus visiones según un estándar olímpico y poner sus esperanzas en procesadores más rápidos, telescopios de mayor alcance y técnicas de análisis de mayor resolución, para el estudio de la herencia cultural no parece que se pueden indicar unas dimensiones de progreso tan claramente identificables. Al parecer no sólo los objetos de la investigación de las humanidades son demasiado diversos, sino también las perspectivas bajo las que se estudian, que siempre dependen del espíritu de la época.

Sin embargo, hay un cambio que afecta a todos los ámbitos de la herencia cultural, pero que puede olvidarse fácilmente por esa diversidad y que justo por ello debe ser el tema central de esta contribución: la revolución informativa. La revolución informativa, ¿puede ser también una revolución cultural? Ya hace tiempo que se discute con una gran controversia sobre lo que significan para nuestra cultura las nuevas tecnologías que están vinculadas a Internet. En especial, los pioneros de las nuevas tecnologías vinculan a ellas unas expectativas de futuro optimistas. Por ejemplo, en su libro *Total digital* (1995)

Nicholas Negroponte, el fundador del famoso Media Lab am MIT, desarrolla su visión de una cultura digital: «Es (...) importante reconocer que en el futuro los aparatos digitales van a tener unas formas y tamaños completamente diferentes a lo que nos podemos imaginar con los sistemas operativos actuales. (...) En un futuro lejano podríamos vender y gastar visualizadores de ordenadores por litros: también se podría pensar en CD-ROM u ordenadores en paralelo comestibles que se pueden servir como leche solar. Para variar quizá vivamos en los ordenadores. (...) Un tostador no debería poder tostar la tostada. En vez de eso debería poder hablar con otros aparatos. Sería realmente sencillo comunicarle a la tostada del desayuno el valor bursátil final de nuestras acciones favoritas. Pero, para ello, el tostador tiene que estar conectado necesariamente con las noticias.»

Sin embargo, las expectativas que despierta Internet no se limitan a los cambios técnicos de nuestro entorno, sino que también incluyen utopías. Tim Berners-Lee, el creador de la World Wide Web, escribe en su «informe web» (1999): «Cuando logremos producir una estructura en el hiperespacio que nos permita un trabajo conjunto armonioso, se producirá una metamorfosis. Incluso si esto ocurre paso a paso —como espero que sea— tendría como resultado una reestructuración completamente nueva de la sociedad.»

Este optimismo de la evolución recuerda a un historiador de la ciencia otros ejemplos anteriores de euforia tecnológica. Graf Arco, el director de la sociedad Telefunken, escribió en 1924 en un artículo de la revista *Friedenswarte* (4-7/1924):

«La emisora de radio es la muerte de las intrigas medievales y de la diplomacia anticuada. La emisora de radio es el portavoz futuro de la opinión pública, no sólo de Europa, sino de todo el mundo. (...) La radio acelerará como fermento la Europa que llega. La radio es nuestra mayor esperanza en un momento en el que Europa y, con ella, la humanidad y los bienes culturales están al borde del ocaso. Que la onda eléctrica de la radio nos traiga la salvación.»

Sin embargo, el uso de la radio por parte de la propaganda nazi como «receptor del pueblo» amortiguó rápidamente estas expectativas optimistas.

Entre tanto, Internet también ha dado pie a unas valoraciones más escépticas y se ha convertido, sobre todo en Alemania, en impor-

tante objeto de la crítica cultural. Escritores tan diferentes como Günter Grass, Hans-Magnus Enzensberger y Johannes Mario Simmel están de acuerdo en ese punto. Ven Internet como un insulto, por no decir como un peligro para la cultura que, según Enzensberger, se podría convertir en una «ecología a eludir» (*Spiegel* 2/2000) o en último término lo toman por algo sin importancia. Por ejemplo, Günter Grass dice completamente convencido en *Woche* (8.10.1999): «la fascinación de Internet es limitada, se mantendrá durante un tiempo. Pero esta pseudo-comunicación es algo para talentos pequeños y medianos. Todo terminará volviendo al libro.»

Johann Mario Simmel lo formula en *Kultur-Spiegel* (8/1999) de forma más sencilla: «odio Internet». Según una encuesta de Forsa publicada en marzo de 2001, un 43% de los alemanes piensan lo mismo.

Mientras que los profetas y críticos siguen razonando sobre lo que puede significar el nuevo medio para la cultura y el gran público se mantiene al margen, en la práctica se está produciendo un cambio radical. La evolución es tan rápida, casi agitada, que sólo se puede comparar a la fiebre del oro. Y esto no sólo es válido para las fuertes subidas y bajadas de los inicios de Internet, sino específicamente para la cultura como recurso para comerciar con los nuevos medios. En este ámbito ya hace cierto tiempo que hay que tomar decisiones con un significado estratégico para el futuro de la herencia cultural en Internet. Al igual que en la fiebre del oro, en el ámbito cultural se comprarán derechos, se definirán reivindicaciones y se levantarán portales: al parecer con la esperanza de conseguir unos beneficios futuros inmensos. Ya en 1989 Bill Gates fundó una empresa para coleccionar y digitalizar cuadros de todo tipo. En 1994 compró por 24 millones de euros el Códice Leicester de Leonardo da Vinci, en 1995 el archivo Bettmann, que contiene unos 17 millones de fotos, en 1996 los derechos de toda la obra del fotógrafo Ansel Adams. Asimismo en los años 90 la emisora de televisión japonesa NTV compró los derechos exclusivos de los frescos de Miguel Ángel de la Capilla Sixtina.

Por su parte, los museos también se están preparando para entrar en el comercio online. El Museo Guggenheim de Nueva York está trabajando en la actualidad en una red internacional de museos e inversores con una configuración comercial. Entre los objetivos de esta red está la realización de reproducciones digitales de millones de obras de arte de las que no se va a poder disponer libremente en Internet, sino

que sobre todo se van a utilizar con un fin comercial. El ejemplo de este afán es Bill Gates, cuyo nuevo golpe maestro con el almacenamiento del archivo Bettmann consiste en una galería subterránea: protegida contra el acceso de los científicos y sólo accesible en formato digital mediante el pago de una tasa. Así se espera en muchos sitios lograr muchos millones por la comercialización a escala mundial de derechos de cuadros.

¡Adquiérello para poseerlo! Esta forma de abreviar de forma banal las palabras de Goethe parece que hoy ya no es una visión, sino una práctica habitual en el comercio con la herencia cultural de la revolución informativa. No obstante, el intento de sacar de la herencia cultural unos derechos lucrativos para la explotación comercial en los nuevos medios conlleva algo transitorio. Y no sólo porque las perspectivas de beneficios sean muy especulativas y arrastren a muchos, que no tienen ninguna expectativa fundada de participar en ellos. Mientras que de la digitalización del Códice de Leonardo sí que se puede hacer un negocio, no se puede decir lo mismo de los fragmentos y documentos de fundación de cada museo regional. Pero esto no evita que numerosos museos y bibliotecas de todo el mundo estén guardando sus tesoros bajo llave por precaución con la esperanza de comerciarlos en el futuro y, en cualquier caso, que se nieguen a que estén disponibles en Internet para fines «simplemente científicos».

Pero el status nada seguro de los nuevos beneficios tiene otra razón de ser. Junto a las perspectivas de definir unos derechos que brinden beneficios en el ámbito cultural, se han generado ciertas posibilidades para anular estos derechos, como ha quedado de manifiesto en la bolsa de intercambio musical Napster. Y como en el Oeste americano en la época de la fiebre del oro, a la vista de estas controversias no se ha hecho esperar la llamada al sheriff y a la ley del orden —en este caso, el ajuste y ampliación del derecho de autor—. Pero los expertos no se ponen de acuerdo en cómo se puede juzgar la situación con el trasfondo del alcance político-cultural de los debates y sus consecuencias imprevisibles para el futuro de la herencia cultural en el nuevo medio.

En un artículo de *Die Zeit* (15-3-2001) el periodista Jörg Albrecht ve en una «erosión del derecho de autor» un peligro fundamental, y no sólo para el futuro de la cultura en Internet: «La erosión del derecho de autor no sólo ha afectado a Bertelsmann o Sony. Se socavará el

núcleo de la sociedad de la información y, con ello, el medio de masas Internet se meterá en un callejón sin salida, porque a la larga no habrá contenidos gratis.»

Thomas Hoeren, profesor de derecho en la Universidad de Münster y miembro del comité de expertos de comunicación de la Comisión UNESCO alemana, advierte al respecto en el anuario de telecomunicación y sociedad (1998) sobre una ampliación del derecho de autor: «para estudiar, aprender y querer saber se amenaza con destruir los derechos de autor de este privilegio. Por ello, el saber milenario —por muy importante que sea el acceso a la información en colegios y universidades— va a ser arrollado por la codicia de una industria que busca la protección más amplia posible de todas las inversiones.»

La discusión tiene un carácter fundamental. En especial no está nada clara la relación de la ciencia pública y la economía comercial de la información. En un memorándum sobre el futuro de la información especializada, que se elaboró en 1999 a iniciativa del diputado del Parlamento alemán Jörg Tauss, prominentes científicos alemanes se mostraron preocupados porque en el futuro «la ciencia tenga que recomprar sus propios productos a la economía» y piden una moratoria de un año, «en el que los políticos deberán tomar unas decisiones estructurales básicas». Esperaban que por medio de esa moratoria se pudiera conseguir tiempo para meditar sobre posiciones estancadas.

Pero ya hace tiempo que se han tomado decisiones en el campo político y jurídico —con amplias consecuencias para la disponibilidad de la herencia cultural en una red futura—. Don Heath, el presidente de la Internet Society, ya había advertido en 1999 (conferencia de prensa ISOC, 1 de marzo de 1999): «Internet no necesita leyes que limiten sus posibilidades, atasquen sus arterias y reduzcan su valor para el usuario».

Sin embargo, en febrero de este año, el Parlamento de la Unión Europea ha dispuesto una ampliación del derecho de autor en la sociedad de la información. Mientras que la nueva directriz refuerza la posición del propietario de los derechos, sus consecuencias son tan problemáticas para la disponibilidad pública de la información digitalizada que algunos diputados europeos ya están hablando de una amenaza a la herencia cultural europea.

Mientras que ahora unos discuten y otros deciden, la persona que hoy esté buscando cultura en Internet, se tendrá que preparar para un descubrimiento asombroso: haberla, hayla, pero cada vez en menor medida —en comparación con la basura informativa—. Eso es probablemente lo que había preocupado a escépticos como Grass o Enzensberger: en lo que se refiere a cultura, Internet está sorprendentemente vacío. Por lo tanto, no nos puede sorprender que las discusiones políticas y las decisiones jurídicas se refieran fundamentalmente a grandes estrellas de la contracultura como Madonna, Eros Ramazzotti, las Spice Girls o Marius Müller-Westernhagen. En cambio, quien busque las obras completas de Einstein en Internet, no tendrá éxito en su empresa.

Por lo tanto, si lo miramos con más detenimiento, la explotación comercial de la herencia cultural digitalizada resulta ser la explotación abusiva de una materia prima mínima. El intento de imponer sólo la ley y el orden no puede cambiar nada en el carácter de fiebre del oro de la época. Sin inversiones que no sólo garanticen una infraestructura futura, sino que les den vida, los portales de la cultura en Internet seguirán siendo ciudades fantasma vacías. Como ocurrió en la fiebre del oro del oeste americano, en la actual revolución informativa, se ha pasado a menudo por alto que el futuro está en la colonización y civilización de un nuevo continente y no sólo en la explotación de sus materias primas. A continuación, me gustaría explicar con detenimiento lo que esto puede significar para la herencia cultural y para la ciencia en la era de Internet.

Para medir los desafíos de la revolución informativa primero es necesario echar un vistazo a las nuevas posibilidades de producción, distribución y recepción de la información, en especial de la información científica.

Que un nuevo medio pueda tener efectos secundarios en la estructuración de la información y el ciclo de la información, no es algo que nos sorprenda si vemos lo que ha ocurrido hasta ahora en la historia de la ciencia. Desde esta perspectiva, por ejemplo, el hecho de que un artículo de periódico esté dividido normalmente en párrafos, tenga un título y un autor, lo imprima y distribuya un editor, no es en absoluto una ley natural, sino el resultado de unas formas de producción condicionadas históricamente y que están vinculadas a un determinado medio. Resumiendo, este hecho es una característica de la

era Gutenberg que ahora está a punto de ser reemplazada por una nueva era que destaca por las siguientes características:

En primer lugar: en la era Internet la información se convertirá en remiendos de información. Ya no habrá ningún motivo por el que las publicaciones se tengan que limitar a las formas técnicas tradicionales como libros o artículos de revistas. En el nuevo medio, las publicaciones no sólo podrán tener el carácter de conjuntos de documentos repartidos por toda la red, de archivos digitales, de entradas en bancos de datos o de organización de saber, sino que también será posible representar el saber que hasta la fecha se ha sustraído a los mecanismos de distribución tradicional. La posibilidad de poder disponer en la red no sólo de programas de ordenador o datos brutos de experimentos de las ciencias naturales, sino también de imágenes de fuentes históricas, abre un «fondo de información» que no era accesible al público hasta ahora.

En segundo lugar: en la era Internet, la información de cada participante se puede propagar por toda la red prácticamente sin pérdida de tiempo y sobre todo con unos costes comparativamente bajos.

En tercer lugar: en la era Internet se puede comprobar de inmediato la calidad y el valor de la información por su utilidad. Si un científico publica la versión electrónica de su trabajo a través de un servidor de la red, en cuestión de horas se podrá comprobar, a menudo por las reacciones de otros científicos, si sus resultados se han convertido en la base de investigaciones posteriores o si han resultado ser insostenibles. Esta cadena de reacciones es ya hoy más significativa para la evaluación de un trabajo científico que el aburrido procedimiento del dictamen por parte de un pequeño grupo de expertos selectos, el llamado procedimiento «peer-review». Un ejemplo definitivo para efectividad de esta dimensión autorreflexiva del nuevo medio es la historia de la fusión en frío que en los debates realizados electrónicamente ya hacía tiempo que se consideraba como un proyecto irrealizable mientras los peritos de las revistas especializadas y organizaciones promotoras seguían ocupados en la reelaboración de manuscritos y solicitudes.

La utilización de este potencial exige profundos cambios en el ciclo de la información científica. Bibliotecas, editoriales, museos, archivos y también organizaciones científicas tienen que hacerse cargo del papel que les corresponde. Pero justo esto les cuesta mucho a los

implicados. Por ejemplo, las editoriales científicas se empeñan en mantener viejos formatos como artículos de revistas y suscripciones individuales, y como lo hacen con subidas de precios anuales de más del 10%, obligan a las instituciones científicas a cancelar suscripciones, a pesar de que en principio, los nuevos medios han reducido los costes para distribuir la información. Y aunque la producción del conocimiento científico supone la mayor parte de los costes totales, las editoriales de revistas científicas parten, como si fuera evidente, de un derecho de posesión de los resultados publicados, cuya forma electrónica se ofrece en estos momentos a la ciencia dentro de unos contratos de leasing muy inflados en el precio. Y, en cambio, problemas estructurales como el archivo a largo plazo de las revistas electrónicas sigue sin solucionarse.

Que esta situación se ha vuelto insostenible para la ciencia lo demuestra una iniciativa hecha pública en primavera del año pasado y que partió del Premio Nobel de Medicina y antiguo presidente del National Institute of Health de EE.UU, Harold Varmus, y al que se han unido desde finales de julio más de 25.000 científicos de 169 países —sobre todo del ámbito de la biociencia—. La iniciativa reclama que los artículos publicados en una revista especializada sean de libre acceso en un banco de datos público una vez pasado un plazo de 6 meses. En caso contrario, los científicos amenazan con no volver a actuar como editores, peritos y autores.

Esta amenaza tiene mucho de cierto, ya que hace tiempo que los científicos han pasado a crearse sus propios sistemas de distribución de datos electrónicos de libre acceso, desde el famoso Los Alamos Preprint Server de física (<http://xxx.lanl.gov>) hasta los datos accesibles en la red de astronomía de satélites (<http://archive.stsci.edu>) y la investigación del genoma (<http://gdbwww.gdb.org>).

¿Pero cómo es la situación de la cultura en Internet, de los documentos históricos, de los testimonios de arte pasado y presente, ciencia, técnica y literatura, de documentos filmados sobre comportamiento social y lingüístico, de documentos sonoros sobre la música del mundo, resumiendo, de la base empírica de las humanidades y las ciencias sociales, culturales y de comportamiento?

Mientras que las ciencias naturales aprovechan ampliamente las nuevas posibilidades, las humanidades amenazan con perder la conexión con la evolución. Todavía son raros los proyectos que ponen a



nuestra disposición las fuentes de nuestra cultura para un trabajo científico, o como recurso para debates públicos en la red. Y eso que técnicamente no es ningún problema la digitalización de las fuentes y su distribución en Internet. En este caso, las humanidades están en principio en una situación histórica singular similar a las ciencias vitales. En ambos casos, algo que hace poco parecía impensable es hoy técnicamente posible. En el caso de éstas últimas, un banco de datos de todo el genoma humano y en el caso de las primeras, un archivo electrónico de la herencia cultural de la humanidad. Por supuesto, el establecimiento del genoma humano no es la clave para todos los problemas de la medicina humana. Pero era factible, va a ser útil y aunque con mucha oposición, se enfocó con total decisión.

En cambio, en las humanidades estamos todavía a años luz de un esfuerzo colectivo similar. Las instituciones públicas siguen financiando a eruditos individuales que trabajan en ediciones que se planean para décadas, por no decir siglos y que entretanto exigen más o menos derechos de acceso exclusivos a las fuentes. Los archivos siguen protegiendo sus tesoros y obligan a los eruditos a realizar largos viajes, por ejemplo, sólo para comprobar una formulación con ayuda de un manuscrito. Y mientras que el humanista apenas si ha empezado a reconocer y salvar el agujero de competencias entre sus disciplinas y las nuevas tecnologías, la herencia cultural amenaza con escurrirse de las manos por la comercialización de la disponibilidad científica. Pero ni los riesgos ni las posibilidades de las modernas humanidades juegan hasta la fecha un importante papel en el debate público y en las decisiones sobre la ley y el orden en el mundo digital. También por ello quiero intentar dar una idea a continuación de las posibilidades intelectuales que se abren para la investigación humanística por medio de los nuevos medios.

Algunos proyectos pioneros muestran, de hecho, ya hoy, lo que se puede esperar de la evolución futura —si es que se siguen pudiendo realizar, a la vista de las restricciones del derecho de autor y de la creciente presión de la comercialización—. Internet ofrece sobre todo la posibilidad de realizar conjuntamente lo que se había separado por las vicisitudes de la historia o también por la especialización de la investigación. Entonces se podrían crear laboratorios digitales de humanidades, no sólo como mundos mágicos virtuales, que impresionan a los visitantes de museos, sino también como recursos de

investigación que permitan dedicarse a cuestiones innovadoras. Los archivos de las antiguas civilizaciones, como, por ejemplo, los archivos de escritura cuneiforme de los babilonios que hoy en día están repartidos por museos y coleccionistas de todo el mundo, tienen la posibilidad, por medio de Internet, de que se puedan volver a reconstruir, al menos virtualmente.

Una reconstrucción así podría suponer para la historia del mundo antiguo la contrapartida moderna de la famosa Piedra de Rosetta, que hizo posible descifrar los jeroglíficos egipcios. De hecho, los archivos babilónicos no sólo ofrecen un vistazo único en los complejos procesos de administración de ciudades-estado y grandes ricos, sino también en el surgimiento de conquistas culturales fundamentales como la literatura o las matemáticas. Un proyecto internacional, la «Cuneiform Digital Library Initiative» (<http://cdli.ucla.edu>) ha empezado entretanto a hacer accesible (gratis) en la red —basándose en la disposición a cooperar (algo que no es nada evidente en sí) de instituciones como El Museo Pérgamo de Berlín y el Ermitage de S. Petersburgo— una biblioteca digital de cientos de miles de textos que abarcan la literatura cuneiforme y, de esta forma, convertir a la arqueología del Próximo Oriente, hoy en día, una especialidad secundaria, en la abanderada de las humanidades modernas.

De forma similar, los fragmentos de información que están repartidos por excavaciones, museos y bibliotecas permiten reconstruir un cuadro de una ciudad antigua para hacer resurgir, por ejemplo, una Pompeya virtual. Así se podrían destacar de nuevo los objetos de la cultura cotidiana escondidos en las salas de los testigos y que proporcionan una base para responder a diversas cuestiones que no sólo tienen un carácter «de anticuario», sino que también son interesantes desde una perspectiva actual, como p. ej. cuestiones sobre la convivencia de los distintos grupos de población, sobre la atención médica o la división laboral entre los diferentes miembros de un grupo.

Las fuentes son para las humanidades que trabajan históricamente, como los datos de medidas para las ciencias naturales, la base empírica sobre la que se fundan teorías y a la que se tienen que ajustar. De ahí que se espere que los rápidos cambios en el manejo de las fuentes conlleven unos cambios fundamentales en el campo del saber de las humanidades. En particular las estructuras disciplinarias se tendrán que adaptar a las nuevas posibilidades. Estarán menos orien-

tadas a determinadas fuentes y a las dificultades de su reelaboración y más a los campos objeto que hay que comprender.

También aquí los proyectos piloto ya están mostrando a dónde se puede llegar. El proyecto americano Perseus, por ejemplo (<http://www.perseus.tufts.edu>), ha hecho accesible en Internet gran cantidad de fuentes de la cultura de la Grecia antigua. Entre estas fuentes, no sólo están prácticamente todos los textos de la literatura griega, a los que hay que añadir los textos filosóficos y científicos, sino también mapas arqueológicos, reproducciones de esculturas y pinturas de vasijas. La disponibilidad de un amplísimo compendio unido entre sí en Internet contribuye además a superar las fronteras entre las disciplinas tradicionales como arqueología, filología clásica, historia del arte, de la filosofía y de la ciencia a favor de un estudio conjunto de la cultura griega.

Pero el proyecto Perseus también ha contribuido a superar las fronteras disciplinarias por medio del desarrollo de instrumentos electrónicos que ayudan a la investigación, pues transfiere al ordenador competencias cognoscitivas. Por ejemplo, con estos instrumentos se puede analizar gramaticalmente con un clic del ratón cada palabra de un texto griego y unirla a una entrada en un diccionario griego-inglés. Esto permite a los no expertos el acceso a la literatura griega en las condiciones en las que antes sólo accedía un filólogo clásico, y permite al mismo tiempo buscar en los textos no sólo palabras, sino también significados.

La reconstrucción conjunta de objetos de las humanidades —como la burocracia administrativa de un gran rico, la Pompeya clásica o la cultura griega— en el espacio virtual de un laboratorio digital, proporciona a la investigación la posibilidad de procesar cuestiones estructurales que normalmente se consideran demasiado arriesgadas debido a la creciente especialización. ¿Qué historiador de la ciencia se atrevería todavía hoy a escribir una obra general que siga la evolución de la imagen del mundo mecánico desde sus primeros orígenes en la Antigüedad hasta los tiempos modernos? Pero quien aproveche las posibilidades que ofrecen las humanidades a través de la revolución informativa, ahora le será posible por primera vez procesar esas cuestiones que se refieren a series de evoluciones a largo plazo no sólo mediante estudios de caso o en ensayos seguidos, sino sobre una amplia base empírica. Sólo sobre una base así, se pueden

aclarar de forma convincente cuestiones como las condiciones y estructuras de las grandes revoluciones científicas por las que se estableció al principio de la época moderna la imagen del mundo mecánica y cómo se volvió a superar ésta en la modernidad.

Cuando se consigan transferir los documentos clave de nuestra cultura al nuevo medio, entonces las humanidades y ciencias culturales podrán vivir un impulso de innovación sin precedentes. Pero si esto no se logra, entonces es altamente probable que la herencia cultural sólo desempeñe un papel marginal en la sociedad del saber.

«Lo que hayas heredado de tu padre, adquiérela para poseerlo». En este contexto las palabras de Goethe no sólo se deben entender como un desafío a las humanidades para que se vuelvan a apropiarse de lo transmitido con ayuda de las posibilidades técnicas revolucionarias. Estas palabras se pueden leer como un desafío a la sociedad de Internet, para que no olvide el potencial de las experiencias humanas transmitidas por la cultura para la configuración de las evoluciones futuras. Expresado en un lema: ¡No sólo la cultura se debería «internetizar», sino que Internet también se debería culturizar! Pero no quiero darme por satisfecho con esta frase. Permítanme que en estos momentos me vuelva algo más técnico para mostrarles las consecuencias concretas de esta perspectiva.

La estructura básica de la información representada en la red se compone sólo de una combinación de signos; en este sentido, la red es una red «semiótica». Sólo la interpretación de signos a la luz de las tradiciones culturales los convierte en significados en los que desemboca en último término la cultura. De ahí que la transformación de los signos en significados y de significados de nuevo en signos también se llama técnicas culturales. Técnicas culturales tradicionales son leer, escribir y contar. El hecho de que mediante la representación electrónica también se puedan transferir operaciones con signos, como referencias o buscadores, del hombre a un medio externo, crea la condición previa para una revolución de las técnicas culturales usuales hasta ahora. Sin embargo, esta revolución puede que no sea sólo el resultado de la innovación tecnológica, sino que también necesita la competencia de aquellos que desde siempre han sido especialistas en el manejo de significados y su representación en diferentes medios: los humanistas y científicos de la cultura.

Por ejemplo, técnicas culturales elementales como leer, escribir y contar se pueden modificar de forma decisiva por medio de Internet. Internet ofrece en especial la posibilidad de ampliar la lectura en una búsqueda asistida por ordenador de conceptos y significados en una reserva de saber universal. No obstante, una búsqueda «semántica» así presupone que se puedan elaborar relaciones de conceptos con campos de palabras y de éstos a las posibles formas gramaticales de las palabras. Estas cadenas de relaciones son ahora exactamente el objeto de estudio de lingüistas, científicos de la cultura y del conocimiento, cuyo saber podría desempeñar un papel clave en lo que, desde mi punto de vista, podría llevar a nada menos que a una segunda revolución informativa, a la transformación de Internet de una red semiótica, es decir, sustentada en signos, a una semántica, es decir, sustentada en significados.

Por lo que se refiere al cambio de la técnica cultural de contar, se perfilan unas posibilidades revolucionarias similares. Es muy sencillo ampliar en Internet el lenguaje de las matemáticas de una forma similar a la que ha tenido lugar con el lenguaje natural. Aquí, los textos se convirtieron en hipertextos en los que los distintos componentes del texto no sólo llevan significados, sino que también se pueden recubrir con operaciones como los hiperenlaces, es decir, con referencias automatizadas a otros textos que se encuentren en la red que ofrezcan información complementaria y a los que se llegue simplemente con un clic del ratón. De forma similar, una fórmula matemática se podrá ampliar a una hiperfórmula en la que sus componentes no sólo llevan un significado matemático, sino que incluyen al mismo tiempo operaciones que recurren a otra información disponible en Internet. Esto revolucionaría el uso del lenguaje matemático de forma similar al paso del texto al hipertexto. Sin embargo, la realización de esta posibilidad presupone una infraestructura de la red que todavía no existe. Incluso en el ámbito de las matemáticas, al igual que en otras humanidades, se abre un abismo considerable entre las posibilidades teóricas y el aprovechamiento real por parte de aquellos que disponen de las competencias técnicas y económicas para configurar la infraestructura de la red.

Salvar justo esos espacios es la condición previa para la realización de la capacidad cultural de Internet y, con ello, para la realización de la visión de una red semántica que no sólo una a los ordena-

dores entre sí y que se comuniquen a través de un lenguaje de protocolo técnico, sino que una entre sí las reservas de saber por medio de los lenguajes de la cultura humana. No obstante, este fin sólo se puede alcanzar mediante una integración de competencias culturales y técnicas para las que hoy no se poseen, ni de lejos, las condiciones básicas. Para comprender las condiciones bajo las que se podría conseguir fundar una cultura de la era de Internet sobre la base de la «información de la materia prima», me gustaría recurrir brevemente —para terminar mi exposición— a un ejemplo histórico.

En la Cuenca del Ruhr se logró —como en ninguna otra región económica de Europa— desarrollar una cultura de una materia prima y de las tecnologías de su procesamiento que ha sobrevivido incluso a la amplia pérdida de significado económico de esta materia prima. Eso sólo se pudo lograr porque la historia de la minería de carbón no ha sido como la de la fiebre del oro y no sólo consistió en la explotación de las reservas de materias primas, sino que también incluyó la continua construcción de una infraestructura que hoy está en condiciones de superar un cambio de estructura básico.

Alrededor de torres y plantas siderúrgicas y líneas de ferrocarril, los puntos neurálgicos y redes de la primera industrialización, aquí se ha desarrollado una cultura industrial en la que las tradiciones de diversa procedencia se han traspasado a un nuevo entorno y han crecido conjuntamente para convertirse en una nueva unidad regional, una unidad que quizá es menos autóctona que otras regiones de Alemania, pero que justo por ello está más abierta al mundo y tiene más capacidad de integración que casi ninguna otra. Una globalización que funda simultáneamente una identidad regional y elimina el sentido provinciano económico y cultural, no es algo nuevo en la Cuenca del Ruhr.

Al igual que la cultura de la Cuenca del Ruhr, también es impensable una cultura futura de Internet sin una dinámica propia, cuyos mecanismos efectivos específicos se tendrán que conocer y reconocer en primer lugar para poderla fomentar. Quien por miedo a la anarquía o a la amenaza del poder del mercado quiera cercenar el inmenso potencial de las iniciativas básicas, el acceso libre de la autoayuda y de la solidaridad vecina en el «pueblo conjunto» de la información, ése estará atacando a la raíz misma de Internet. Pero, al contrario, quien piense que las nuevas estructuras que pueden dar espacio a la

cultura en Internet se van a formar por sí mismas, está infravalorando la cantidad de tiempo que hay que dedicar a reflexionar y prever para elaborar las infraestructuras futuras por medio de maniobras económicas y políticas. No es necesario explicar cómo se ha realizado esto en la Cuenca del Ruhr. Pero quizá sí que debo recordar aquí, medio siglo después de la fundación de la «Montanunion», que de un potencial económico que también fue reserva de energía y motivo de disputa en dos guerras mundiales, se creó una estructura supranacional —por decisiones políticas que surgieron de la reflexión sobre estas experiencias— que se convirtió en una célula básica para la unidad europea. Para completar esa unidad parece que es necesaria también una integración cultural que satisfaga con vida y sentido las estructuras económicas y políticas de la comunidad y que le sirva al mismo tiempo de corrector. Pero sin un esfuerzo que sea comparable al que se ha realizado en el ámbito político y económico y que se ocupe de que la herencia cultural europea también cumpla un papel en la era de la revolución informativa y esté presente en el medio del futuro, es casi imposible que se alcance este objetivo.

El desafío no sólo es para la política y la economía, sino también para la cultura y la ciencia de la cultura que, aunque no se superpongan a aquellas, sí que se merecen que se hable de ellas como Fausto en la tragedia de Goethe:

«¿Ese trasto que me oprime en este  
 mundo de polillas con mil fruslerías?  
 ¿Encontraré aquí lo que me falta?  
 (...)  
 ¡Sería mucho mejor derrochar mis pocas pertenencias  
 que verse sudando a causa de ellas!  
 ¡Lo que hayas heredado de tu padre  
 adquiérela para poseerlo!»





## **LOS MUSEOS**



# Los Museos de la Ciencia: espacios de encuentro para la creación de opinión pública

*Jorge Wagensberg*

Lo que sigue resulta de más de veinte años de quehacer diario en el Museo de la Ciencia de la Fundación «la Caixa» y a menos de un año vista de la inauguración de una extensión del mismo que lo remodelará en profundidad y que supondrá una importante extensión en su superficie. Las ideas que se exponen a continuación surgen pues de una historia dedicada a estimular un cambio en la actitud del ciudadano en favor del conocimiento y del método científico y que se han tomado como hipótesis de trabajo para el diseño de una nueva institución. No son dogma, sino nuestra opción para crear un instrumento de cambio social útil a la hora de organizar la convivencia de los ciudadanos en el siglo XXI. He aquí la propuesta: una red de museos de la ciencia europeos como espacio común de encuentro de los ciudadanos para temas de ciencia y el conjunto mínimo de ideas que puede hacer que la propuesta sea viable.

Empezaré por relatar una anécdota de donde nace toda la política de actividades que practicamos y que proponemos:

*Barcelona, martes, 21 de abril de 1992, 19 horas. Sala del auditorio principal. Dentro del ciclo «Las Tardes del Museo» hoy vienen tres importantes científicos del CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas) para debatir con la audiencia sobre el tema: El Mediterráneo aún no ha muerto. Comparece un químico ambiental, director de un centro de investigación, un oceanógrafo, también director de un centro de estudios avanzados, y un biólogo investigador del Instituto de Ciencias del Mar. Se trata, en una palabra, de la ciencia oficial. La sala con aforo para 200 personas está llena a rebosar, igual que otra auxiliar de 150 desde donde se puede seguir la sesión por un cir-*

*cuito cerrado de televisión. La expectación por la velada es espléndida. A mí me toca hacer las presentaciones y moderar el debate. Uno tras otro los científicos exhiben datos y exponen sus argumentos ayudándose con lujo de datos frescos, límpidos gráficos y atractivas fotografías. Un cierto optimismo se propaga por la sala. Se define por ejemplo una medida de la tasa de renovación de las aguas del mediterráneo. Al parecer, desde que una molécula de agua entra por el estrecho de Gibraltar desde el océano Atlántico, hasta que vuelve a salir, media un tiempo de cien años. Este es el dato. Y la interpretación de los científicos: el Mar Mediterráneo es muy grande, en muchos sentidos es como si fuera un océano. Otro ejemplo: se dan las toneladas de crudo perdidas en el mar por diferentes causas. Ése es el dato. Y la interpretación oficial: eso es muy poca cosa. Hay bacterias apropiadas que darán, sin problemas, buena cuenta de ello. Y otro más: las construcciones para la prospección de petróleo no suponen ninguna tensión suplementaria a la flora y la fauna de las profundidades. Más bien al contrario: suponen protecciones artificiales que favorecerán el florecimiento de nuevos paraísos subacuáticos. El mediterráneo no sólo no ha muerto todavía, sino que no parece nada fácil acabar con él. Todos parecen estar de acuerdo entre sí, los científicos y la audiencia. El acto difícilmente acabará en debate. Los asistentes, en efecto, se miran los unos a los otros agradablemente sorprendidos. Pero el moderador, a pesar de su natural carácter entre ingenuo y semieufórico, escruta la audiencia un poco mosqueado. Algo huele a gato encerrado. Está claro que la sala está entregada de antemano; son de la esfera social y cultural de los ponentes: colaboradores, alumnos, familiares... ¡Salvo la última fila! Algo se agita en la última fila. El moderador reconoce a uno de ellos: nada menos que el presidente de Greenpeace en España. Esto está mucho mejor. De repente el moderador parece recordar, echa una ojeada al programa que tiene delante y... ¡recuerda! Para el día siguiente, día 22 de abril, y por puro capricho del azar, la celeberrima ONG había alquilado el mismo auditorio para un acto muy similar. El título se parecía mucho al del acto de aquel día, aunque tenía, sin llegar a ser contradictorio, otros matices: El Mediterráneo se muere. La casualidad era notable porque, aunque la sesión era privada, también me habían pedido actuar de moderador. La cosa está clara: los oenegetistas se han enterado de la sesión que precede a la suya y se han presentado para tomar medidas y para presentar batalla. Para eso están. El moderador se frota las manos. Cuando eso ocurre se escucha una gran ovación y el moderador empieza a dar las primeras palabras a la sala. Son intervenciones de la misma onda que las ponencias, una*

*precisión aquí, un piropo por allá, un pronóstico, una confirmación... El moderador mira hacia la última fila con impaciencia creciente. ¿Es que no van a decir nada? Al final se dirige hacia ellos con las cejas levantadas y las manos abiertas como diciendo ¡adelante, está claro que no compartís lo que se ha dicho, os doy la oportunidad ahora...! Pero los activistas de la ecología ponen los ojos en blanco y se encogen de hombros rechazando la invitación, como diciendo ¡Éstos no tienen remedio, es el discurso de siempre, inútil intentar nada...! Antes de despedirme de la audiencia, anuncio el debate del día siguiente e invito a la audiencia a presenciar lo que puede ser la otra cara de la moneda. Identifico a los espectadores de la última fila y la gente se vuelve con curiosidad para mirarlos. A los científicos, después de agradecerles su colaboración, les explico lo sucedido (los científicos se sorprenden de mi sorpresa: ¿Qué esperabas?) y les emplazo para el día siguiente. Incluso les invito (al restaurante que ellos elijan) si acceden a volver, como público, e iniciar ¡ellos! el debate tras las ponencias de los ecologistas. Prometen hacerlo entre risas y pronósticos para el día siguiente.*

*Barcelona, martes, 22 de abril de 1992, 19 horas. Sala del auditorio principal. Dentro del ciclo Las Tardes del Museo, el mismo moderador se sienta para debatir el mismo tema que la víspera. Sólo han cambiado los ponentes... ¡y la audiencia! Ni un solo espectador de la víspera ha vuelto. Las dos salas están también repletas. Pero se trata de simpatizantes, curiosos e incondicionales de Greenpeace. Después de proyectar unas acrobacias temerarias de miembros de esta ONG, que la audiencia aplaude a rabiar, empiezan las ponencias sobre el Mediterráneo. Y empiezan igual que las del día anterior. Los mismos datos. El tiempo de residencia de una molécula en el mediterráneo es de cien años. De acuerdo en eso. Pero eso significa hoy que el Mediterráneo no sólo no es un océano ¡Es un charco! El mismo dato, pero diferente interpretación. También hay acuerdo respecto al volumen de las pérdidas de petróleo en el mar, pero desacuerdo respecto de lo que esa cifra significa. ¿Bacterias que digieren el petróleo? Quizás en el Golfo Pérsico, pero no en la Costa Brava o en la Costa Azul. ¿Paraísos bajo las plataformas? ¡Un sarcasmo!...*

De este episodio surge una idea: la de una tercera sesión abierta a las dos corrientes y a todas las audiencias. Así se hizo algunos meses después. Y hubo debate. Y hubo matices. Porque la esencia, como bien se sabe, es una cuestión de matices. Pero la trascendencia de este lance ha sido, pretendemos que sea, de mucho mayor alcance.

La anécdota ha dividido la historia de las actividades del museo en dos partes, un antes y un después, ilustra todo un vicio de nuestra sociedad actual y es la base de toda una propuesta. El análisis no es difícil de hacer:

- 1) Tenemos un problema. Las cuestiones científicas no afectan sólo a la comunidad científica. En una sociedad democrática todo el mundo debe tener la posibilidad de participar en la toma de decisiones. Y cada día ocurre más que una decisión cualquiera requiere conocimiento científico previo. El conocimiento científico es sobre todo de los científicos, pero la opinión científica debe ser, por igual, de cualquier ciudadano. ¿Dónde hacer ciencia para ciudadanos? El museo, como institución a la vez científica y ciudadana parece un buen lugar.
- 2) Los mismos datos científicos —objetivos, inteligibles y dialécticos— admiten interpretaciones distintas, incluso contradictorias. Luego no basta con transmitir los resultados de la ciencia, quizá convenga transmitir también el método empleado en obtener aquellos, quizá convenga trabajar expresa y especialmente a favor de la creación de opinión científica, la del científico y la de cualquier otro ciudadano. Y todo ello está en la vocación de un museo de ciencia.
- 3) El científico es, en particular, un ciudadano como cualquier otro, con su (legítima) ideología, sus áreas de simpatizantes *a priori*, con su derecho a equivocarse y con su deber de generar opinión científica. Luego, en una primera fase, conviene incluso estimular la discusión entre científicos (lo que al parecer no ocurre lo bastante, de forma espontánea). Y luego conviene también provocar la discusión en un ambiente más promiscuo de pensadores y de tendencias distintas. El museo es el espacio idóneo para ambas cosas. A lo mejor es casi el único. En efecto, las universidades, institutos de investigación, son ambientes donde cualquiera, excepto los científicos, se sienten cohibidos. Espacios ligados a ideologías previas (por muy legítimas que éstas sean) despertarán las suspicacias de los científicos. Se puede conseguir en cambio, con prestigio y credibilidad ganada a pulso, que todo el mundo acepte el museo como un buen escenario.

Conclusión: un museo moderno de ciencia tiene, como mínimo, dos tipos de oferta que ofrecer: 1) Exposiciones permanentes y temporales, en principio, sobre la totalidad de la realidad (desde el Quark a Shakespeare) y 2) En el marco de lo conseguido con las anteriores, un intenso programa de actividades destinadas a favorecer directamente la opinión científica: cursos, conferencias, seminarios, congresos, debates... En particular el museo debe convertirse, poco a poco, en el escenario natural de una serie de eventos. Por ejemplo, todo científico que pase por la ciudad por alguna razón (en general visitar a un colega o asistir a una reunión científica) que se sospeche tenga algo de interés que decir a la comunidad, debe acabar hablando en el museo. En una ciudad como Barcelona un museo puede conectar a una docena de premios Nobel, cada año, con el ciudadano. La actividad que genera un museo, recogida por los medios de comunicación multiplica la vida científica de una ciudad.

Es fácil concluir que toda ciudad, por encima de cierta masa crítica, debería reivindicar un museo de ciencia, de la misma manera que reivindica una orquesta de cámara o de una orquesta sinfónica. En particular, no es una mala propuesta para Europa. Europa tendrá pronto más de 40 millones de visitantes, fieles usuarios, a los museos de la ciencia. Con las nuevas tecnologías y la filosofía descrita el potencial es enorme. Por ejemplo: ECSITE, la asociación de los museos y centros de ciencia europeos, podría programar cada año un mínimo de actividades (conferencias, debates, etc.) a realizar conjuntamente en tiempo real vía videoconferencia. Programar significa aquí sencillamente seleccionar ciertos actos previamente programados por las instituciones particulares y ofrecerlos al conjunto de las instituciones europeas. De este modo, un científico notable hablando en Londres podría recibir comentarios y preguntas de cualquier museo de Europa que hubiera convocado a su audiencia para tal acto del programa general.

Esto nos lleva a replantear la cuestión. ¿Cuál ha de ser el papel de un museo de ciencia en la sociedad moderna? La ciudadanía, el conjunto de los ciudadanos, se divide, respecto del *conocimiento científico*, en cuatro grandes sectores:

- 1) El sector en el cual el conocimiento científico se crea. Son las universidades, los institutos de investigación, los laboratorios... *Es la comunidad científica.*

- 2) El sector en el cual el conocimiento científico se aplica. Es la industria, son los servicios, lo agropecuario... *Es el sector productivo.*
- 3) El sector que gestiona los dos anteriores, es decir la creación y la aplicación del conocimiento científico. Son las autoridades académicas, los dirigentes políticos... *Es la administración.*
- 4) El sector que sufre y se beneficia de los logros de la creación y aplicación del conocimiento científico. Es el propio conjunto de todos los ciudadanos... *Es la sociedad entera.*

El lugar que debe ocupar un museo moderno de ciencia está claro en este contexto: ha de ser, sencillamente, el escenario natural común para los actores de estos cuatro sectores.

Y ha llegado la hora de soñar. Imaginemos que sí, que los museos de ciencia son así algún día, por ejemplo en Europa. O en el mundo. Lo que tendremos en realidad es una red de centros dedicados al conocimiento científico para el ciudadano; todos sobre ciencia, sobre sus resultados, sus métodos, todos compartiendo debates sobre todo aquello de los resultados y los métodos que puede afectar al ciudadano. Todos los museos serán diferentes, porque los museos los hacen los hombres y las mujeres y los hombres y las mujeres son siempre diferentes. Cambiará la sensibilidad estética y artística, cambiarán muchos aspectos culturales, cambiarán las creencias, pero, sin son museos de la ciencia (y además conectados entre sí), todos ellos tendrán, por definición y por método, muchas cosas en común. Y tener cosas en común es algo que ayuda a vivir y a convivir.

Crear este tipo de red requiere cierta homogeneidad, dentro de la diversidad, en la filosofía y objetivos de lo que debe ser un centro moderno de ciencia. Lo que sigue son trece puntos básicos, que incluyen lo expuesto hasta ahora, y que se recomiendan para crear una mínima atmósfera común.



## Principios fundamentales para la museología científica moderna

El título es deliberadamente excesivo. En realidad no son más que trece hipótesis de trabajo extraídas de los aciertos y errores (mucho más de estos últimos, claro) después de veinte años de «hacer museo» en el Museo de la Ciencia de la Fundación «la Caixa» en Barcelona. Hoy tenemos la oportunidad de volver a empezar, de modo que, si todo va bien, en el año 2004 abriremos un nuevo museo con una superficie que quintuplicará la actual. Por lo tanto, las hasta ahora tácitas hipótesis de trabajo se convierten en adelante y para el nuevo proyecto, en explícitos y deliberados principios museológicos. Aquí están por si a alguien pueden ser útiles.

1. *Un Museo de Ciencia (MC) es un espacio dedicado a crear, en el visitante, estímulos a favor del conocimiento y del método científicos (lo que se consigue con sus exposiciones) y a promover la opinión científica en el ciudadano (lo que se consigue con la credibilidad y prestigio que sus exposiciones dan al resto de actividades que se realizan en el museo: conferencias, debates, seminarios, congresos...).*

Enseñar, formar, informar, proteger el patrimonio, divulgar son otras vocaciones del museo, aunque ninguna de ellas es prioritaria. Lo prioritario es crear una diferencia entre el antes y el después de la visita que cambie la actitud ante todas esas actividades y otras relacionadas con la ciencia como: viajar, pasear por una librería, preguntar en clase, seleccionar canales de televisión, etc. El museo provee más preguntas que respuestas. Una manera de medir los efectos de una visita al museo consiste en tomar nota de cuantas más preguntas tiene el visitante al salir en relación con las que tenía al entrar. Por otro lado, el estímulo a favor de la creación de opinión pública científica es un requerimiento del sistema democrático que nos hemos regalado a nosotros mismos. La ciencia es la forma de conocimiento que más influye en la vida del ciudadano. Pero en una democracia todos los votos valen igual. Por lo tanto, el alejamiento entre científico y ciudadano es una contradicción esencial de la democracia moderna. Hay un dato nuevo: los científicos ya no quieren estar solos. Los museos modernos de ciencia, otra realidad relativamente nueva, pueden ayudar mucho a esa realidad.

2. *La audiencia de las exposiciones de un MC es universal sin distinción de edad a partir de los 7 años, ni de formación, ni de nivel cultural, ni de ninguna otra característica. No existen visitantes de «diferente clase» en un MC. Ello es posible porque las exposiciones se basan en emociones y no en conocimientos previos. El resto de las actividades en cambio, sí dependen de la historia del ciudadano, pueden tener objetivos especiales y pueden dirigirse a sectores particulares atendiendo a un nivel, interés o competencia.*

Un museo tiene la obligación de conocer su audiencia y de preocuparse por sus vacíos.

3. *El elemento museológico y museográfico prioritario es la Realidad, esto es, el objeto real o el fenómeno real. El texto, la voz, la imagen, el juego, la simulación, la escenografía o los modelos de ordenador son elementos prioritarios en otros medios como las publicaciones, la TV, el cine, el parque temático, las clases, las conferencias, el teatro..., pero en museografía son sólo elementos complementarios. Una exposición nunca debe basarse en tales accesorios, es decir, una exposición de accesorios de la realidad puede ser muchas cosas, pero no una exposición.*

Una buena exposición nunca es sustituible por un libro, una película o una conferencia. Una buena exposición da sed, sed de libros, películas, conferencias... Una buena exposición cambia al visitante. Un buen Museo de la Ciencia es, sobre todo, un instrumento de cambio social.

4. *Los elementos museográficos se emplean, prioritariamente, para estimular según el máximo de las siguientes tres clases de interactividad con el visitante:*

- 1) *Interactividad manual o de emoción provocadora (Hands On)*
- 2) *Interactividad mental o de emoción inteligible (Minds On)*
- 3) *Interactividad cultural o de emoción cultural (Heart On)*

La tercera muy recomendable, la primera es muy conveniente y la segunda sencillamente imprescindible. Interactividad significa conversación. Experimentar es conversar con la naturaleza. Reflexionar es conversar con uno mismo. Un buen rincón de museo dispensa también la conversación entre los visitantes.

La genuina interactividad manual da la oportunidad a tal conversación: una respuesta de la naturaleza (sin intermediarios) sugiere una nueva manipulación, una provocación a la naturaleza, otra pregunta a elegir y decidir por el visitante. El visitante se introduce en la piel del científico. Pulsar un botón para poner en marcha un proceso preprogramado es sólo una caricatura.

Interactividad mental significa practicar la inteligibilidad de la ciencia, distinguir lo esencial de lo accesorio, ver qué hay de común entre lo aparentemente distinto (la diferencia siempre es evidente, lo común digno de investigación). Interactividad mental es alejarse de un experimento del museo asociando ideas con la vida cotidiana, con otros casos que puedan responder a la misma esencia. El gozo de cada una de estas convergencias es la base de la emoción que se experimenta en un museo de la ciencia. Un buen museo de la ciencia es una concentración de emociones inteligibles garantizadas. Un buen museo de la ciencia se hace levantando emociones, pero no emociones de cualquier clase, sino emociones sobre la inteligibilidad del mundo. Es, diríamos, el método de la emoción inteligible.

La ciencia es universal, pero no la realidad en la que aquella se manifiesta. La interactividad cultural da prioridad a las identidades colectivas del entorno del museo. Eso evita los museos clónicos, provee de emociones culturales a los propietarios de tal cultura y un valioso punto de vista al forastero.

5. *Los mejores estímulos para que el ciudadano siga al científico se inspiran en los mismos estímulos que hacen que el científico haga ciencia.*

*Resulta que la ciencia ya es bastante emocionante y divertida, no es necesario recurrir a alicientes de otro tipo de espectáculos. (En general es a la inversa). El museólogo debe «sacar» al científico sus verdaderos estímulos (que, por supuesto, nunca confiesa en sus publicaciones).*

6. *El mejor método para imaginar, diseñar y producir instalaciones museográficas en un MC es el propio método científico (basado en los principios de objetividad, inteligibilidad y dialéctico).*

Se trata de que la museología científica sea científica. Se trata de ser todo lo objetivo, todo lo inteligible y todo lo dialéctico posible. No hay que olvidar la crítica sistemática de todo lo que se expone. El humor ayuda a desdramatizar tanto la verdad vigente como su eventual crítica. No sólo hay que mostrar los resultados de la ciencia, sino el método empleado para obtenerlos. La imagen de que la ciencia lo puede todo y de que nunca se equivoca domina en la comunidad. De hecho, ocurre lo contrario, la ciencia no tiene por qué tener éxito con cualquier proyecto imaginable y, si la ciencia progresa, es justamente gracias a sus errores, que son mucho más la regla que la excepción. Eso ayudará al visitante a valorar. El visitante es un ciudadano adulto.

7. *El contenido de un MC puede ser cualquier pedazo de la realidad desde el Quark hasta Shakespeare, con tal que los estímulos y método expositivo sean científicos. La prioridad corresponde siempre al objeto o al fenómeno real para cuyo conocimiento se usa luego la disciplina científica que convenga, porque «la naturaleza no tiene la culpa de los planes de estudio previstos en escuelas y universidades».*

Todo puede ser mirado con ojo científico, pero, a diferencia de otras formas de transmisión de conocimiento (como un libro), una exposición no tiene por qué cubrir un tema o una cuestión intensiva o extensivamente. En otras palabras, en un museo no tiene por qué estar Todo. Manda la realidad disponible en cada caso.

8. *El Museo es un espacio colectivo (aunque se pueda disfrutar individualmente). Esto define una jerarquía de valores en el espacio museográfico respecto del número de visitantes que pueden acceder a él simultáneamente:*

*Nivel A: Acceden todos los visitantes (Es la escenografía general, la iluminación, los murales, los cuerpos centrales emblemáticos, audiovisuales, cine, sonido general, etc.)*

*Nivel B: Accede un grupo de visitantes entre los que es posible una conversación (5 ó 6 personas, una familia...). (Un módulo de experimento, un objeto, un pequeño ámbito...)*

*Nivel C: Accede un solo visitante en privado (textos, ilustraciones, ordenadores)*

Los objetos reales ilustran, los fenómenos reales demuestran y las escenografías y emblemas sitúan. Los accesorios y menudillos museográficos no deben poblar el nivel B, el nivel fundamental en un MC.

9. *El concepto «hilo conductor» es sólo una de las opciones posibles. En ningún caso es obligatorio.*

*Un museo se basa en la realidad y hay realidades como una selva, por ejemplo, que pueden recorrerse sin necesidad de seguir un hilo conductor.*

10. *Hay temas especialmente museográficos y temas que se tratan mejor con otros medios.*

Por ejemplo: para mostrar la Sinfonía Concertante para violín y viola de Mozart es mejor un concierto.

11. *Existe un rigor museográfico y existe un rigor científico. El museo ha de ser museográficamente riguroso (no hacer pasar reproducciones por objetos reales, no sobrevalorar ni infravalorar la trascen-*

*dencia, la singularidad o el valor de una pieza...) y científicamente riguroso (no emplear metáforas falsas, no presentar verdades que ya no están vigentes, no esconder el grado de duda respecto de lo que se expone...). El rigor museográfico se pacta entre el museólogo y los diseñadores y el rigor científico se pacta entre el museólogo y los científicos expertos en el tema.*

*¡No hay que confundir el rigor científico con el rigor mortis!*

12. *En un MC se trata al visitante como un adulto, en todos los sentidos, como eventualmente se trataría a un científico o a un futuro científico. Un ciudadano es museológicamente adulto en cuanto sabe leer y escribir. El visitante siempre tiene derecho a rehacer su verdad por sí mismo. No se deben enviar mensajes especiales garantizados o blindados por la tradición o la autoridad científica.*

No existe la ciencia para provincias o para el tercer mundo. Da lo mismo si son iguales (que lo son) o no. Sencillamente siempre hay que actuar como si lo fueran (para que lo acaben siendo en el caso de que no lo fueran).

13. *El papel de un MC en una sociedad organizada democráticamente es el de escenario común y creíble entre cuatro sectores: 1) la sociedad misma entendida como el ciudadano de a pie que se beneficia y sufre la ciencia, 2) La comunidad científica donde se crea el conocimiento científico 3) El sector productivo y de servicios donde se usa la ciencia y 4) La administración donde se gestiona la ciencia.*

Y eso sólo se gana con reputación, la necesaria para tener credibilidad con el ciudadano. Es decir, sólo se gana con años. Un MC es un ser vivo que, como todos los seres vivos, se obliga a sí mismo a durar en el tiempo, pero que, además, debe luchar por su credibilidad en todo lo que hace.



# **Divulgación y educación científica en la escuela y en los centros interactivos de la ciencia**

*Manuel Toharia  
Ernesto Lowy Frutos*

## **Introducción**

Cuando intentan enseñar ciencia, a veces los profesores llegan a aburrir a las ovejas. Pero durante los años de escuela es cuando los ciudadanos reciben más información científica... En la enseñanza obligatoria, que dura hasta los 16 años, los alumnos adquieren la información científica fundamental, la alfabetización científica que les capacitará para tomar decisiones como ciudadanos más adelante.

Claro que también existe la divulgación científica. Elige temas llamativos, a veces sensacionalistas. Los alumnos no se aburren pero ¿hasta qué punto profundizan? ¿Se pueden abordar ciertos temas sin conocimientos previos? Agujeros negros, genética, nanotecnologías... Sin duda, a todas las personas les interesan los asuntos científicos que tienen que ver con la actualidad; sentimos curiosidad, y a menudo inquietud, por las vacas locas, el efecto de las antenas sobre la salud, la píldora del día siguiente... Pero la explicación con alguna garantía requiere conceptos previos, que muchas personas no tienen.

Los centros interactivos de la ciencia se diferencian de los museos de objetos en que a través de acciones, de procedimientos, de interactividad plena, en suma, se juega con conceptos. A base de pulsar botones y palancas, jugar con pantallas, realizar actividades... Pero, ¿es lícito pensar que así se aprende ciencia?

Obviamente, el museo no debe ser como la escuela. En el tiempo de visita, nunca más de dos a tres horas para los grupos escolares, no

se puede pretender impartir ninguna parte del currículo escolar, ni tampoco sustituir las actividades experimentales que se deben realizar en los laboratorios escolares. Es obvio que el museo no está para completar un supuesto trabajo escolar incompleto. Si acaso, sirve para complementar los contenidos curriculares con otros extracurriculares.

¿Qué se debe hacer para relacionar ambos mundos? ¿Cómo pueden los museos colaborar con las instituciones y sistemas escolares? ¿Qué instrumentos y qué estrategias de la enseñanza informal pueden trasladarse a las escuelas, y viceversa?

## **Teorías del aprendizaje de la ciencia basadas en la experimentación**

Las personas dedicadas a la enseñanza de la ciencia desde hace ya unos decenios han ido pasando desde el aprendizaje, más o menos magistral, que la mayoría recibió, a pretender realizar una enseñanza más basada en la experimentación. Al principio con ideas muy ingenuas, tratando de que los alumnos redescubrieran la ciencia. Lo que muchos llamaban «enseñar según el método científico», pasando, eso sí, por diferentes teorías. Veamos rápidamente algunas de ellas.

### **Teorías de John Dewey sobre la experiencia, la reflexión y el aprendizaje**

La teoría de John Dewey (1859-1952) enfatiza los aspectos experimentales del aprendizaje. Es consecuencia de reflexiones sobre nuestras experiencias, cuando pensamos para darles sentido. Podemos sentir directamente el olor, el gusto y el tacto, y tener reacciones viscerales (por ejemplo, peligro), pero también confrontamos situaciones que nos dejan asombrados o confundidos. A través de los encuentros con el mundo (experimentos) y las reflexiones que éstos generan, nuestra comprensión del mundo se transforma para que las cosas tengan más sentido.



Dewey creía que los humanos tienen un intelecto que crece cuando es desafiado por problemas o dilemas. El papel de la educación no es ni abastecer completamente las inclinaciones del que aprende, ni intentar forzar a los muchachos a un currículo que no tenga en cuenta al que aprende. Veía a las mentes de los niños como flexibles, expansivas y sin formar. Los educadores deben estructurar los entornos de aprendizaje que impliquen a los niños en investigaciones que les guíen hacia un conocimiento más amplio y la participación en la gran cultura.

Los entornos de aprendizaje ricos que sugiere Dewey deberían proporcionar «tiempo, charla y herramientas». Dicho de otra manera, Dewey creía que el aprendizaje y la investigación no debía someterse a horarios: se necesita un tiempo amplio y sin estructurar para que los que aprendan sigan sus propias preguntas e investigaciones.

### **La teoría del desarrollo de Jean Piaget**

El biólogo y psicólogo suizo Jean Piaget (1896-1980) es famoso por haber construido un modelo de gran trascendencia en el estudio del desarrollo y aprendizaje del niño. La teoría de Piaget está basada en la idea de que el niño construye, de manera activa y adaptándose, estructuras cognitivas —en otras palabras, mapas mentales, esquemas o conceptos relacionados para entender y responder a las experiencias físicas dentro de su entorno. A través de etapas sucesivas de desarrollo intelectual, los niños desarrollan estructuras que les capacitan para tener una mayor comprensión no sólo del mundo sino también de ellos mismos.

Piaget consideraba que la actividad intelectual es una función biológica. En su teoría, Piaget describe el desarrollo y adaptación de las operaciones mentales o estructuras de pensamiento (por ejemplo, contar, clasificar, etc.), que progresan a través de ricas interacciones con el mundo. Esbozó cuatro factores subyacentes en el desarrollo intelectual:

1. La madurez (desarrollo físico y neurológico).
2. Lo físico (aprensión directa del mundo físico) y las experiencias lógico-matemáticas (reflexión intelectual y reconstrucción).

3. La transmisión social (escolarización, aprendizaje de los otros).
4. El equilibrio (el proceso de integración de estas influencias para alcanzar un equilibrio con el entorno).

La teoría del cambio conceptual de Piaget lleva consigo cuatro etapas de desarrollo intelectual: la etapa sensorio-motora (del nacimiento a los dos años de edad), en la que, a través de experiencias directas con el mundo y rudimentarios símbolos mentales, los niños aprenden cómo navegar a través del mundo y desarrollan destrezas sensorio-motoras que establecen el punto de partida para el desarrollo de las operaciones mentales. La etapa preoperativa (edades de 2-7), en la que desarrollan las capacidades de lenguaje y de operaciones mentales rudimentarias. Razonan, basándose en sus operaciones concretas con el mundo (por ejemplo, juzgan la cantidad por la intensidad en lugar de por la magnitud numérica). Luego viene la etapa de las operaciones concretas (edades de 7-11). A medida que la experiencia física se acumula, el niño empieza a formar conceptos, creando estructuras lógicas que explican sus experiencias físicas. Algo de razonamiento abstracto y resolución de problemas es ya posible en esta etapa. Por ejemplo, las ecuaciones aritméticas pueden resolverse con números, no con objetos. Finalmente, la etapa de las operaciones formales (empezando a las edades de 11-15). El razonamiento es liberado de lo concreto. Los adolescentes empiezan a construir sistemas completos de creencias y pueden efectuar un razonamiento más reflexivo, como pensar sobre otros pensamientos o efectuar la autoreflexión. En la resolución de problemas científicos, el pensamiento formal capacita a los adolescentes a manipular sistemáticamente variables y razonar sobre lo desconocido como variables algebraicas.

Aunque los estudiantes en diferentes etapas de desarrollo pueden razonar incorrectamente sobre el mundo físico (por ejemplo, juzgar que una hilera tiene más caramelos porque es más larga), a través de contradicciones presentadas por estos dilemas, los niños revisan sus tareas y estrategias intelectuales de manera que su razonamiento es más exacto, comprensivo y en mayor «equilibrio» con el mundo.

### **Teoría del aprendizaje socio-cultural de Vygotsky**

Vygotsky (1896-1934) desarrolló una teoría socio-cultural del desarrollo cognitivo. Argumentó que la adquisición del conocimiento es esencial e indefectiblemente un proceso socio-histórico-cultural. Los niños se socializan en el aprendizaje utilizando herramientas cognitivas y comunicativas apropiadas, que pasan de generación en generación. Esto significa que los niños aprenden destrezas lingüísticas y cognitivas (pensamiento) desde sus compañeros y profesores que asisten y regulan las prestaciones lingüísticas y cognitivas del niño. A través de tal socialización, los niños aprenden las maneras de pensar y hacer que son relevantes en sus culturas.

Facilitan la transferencia diversas estructuras para aprender, para trabajar en cooperación con los compañeros u otras herramientas de aprendizaje. La estructura es una aplicación de la idea de Vygotsky de «zona de desarrollo próximo» donde el que aprende extiende su competencia más allá de su alcance individual con la ayuda de los otros. Esto significa mantener niveles óptimos de intercambio de ideas. Poco intercambio resultará aburrido, mientras que demasiado desencadenará frustración. La estructura necesita reducirse, reorganizarse, ajustarse o eliminarse a medida que los que aprenden desarrollan comprensión sobre la tarea o concepto particular que debe aprenderse.

### **Teoría del aprendizaje cognitivo de Bruner**

Jerome Bruner (1915-) ha tenido una gran influencia sobre la teoría del aprendizaje cognitivo. Basándose en la idea de la categorización, la teoría de Bruner establece que «percibir es categorizar, conceptualizar es categorizar, aprender es formar categorías, tomar decisiones es categorizar». Mantiene que las personas interpretan el mundo en función de sus semejanzas y diferencias y sugirió un sistema de codificación en el que las personas tienen una distribución jerárquica de categorías relacionadas, cada una de un nivel sucesivamente más alto de categorías más específicas.

Bruner mantiene que las personas interpretan el mundo en función de semejanzas y diferencias que se detectan entre los objetos y

sucesos. Los objetos que se ven como semejantes se colocan en la misma categoría. La variable principal en esta teoría del aprendizaje es el sistema de codificación en el que el que aprende lo organiza en categorías. El acto de categorizar se supone que está implicado en el procesado de la información y toma de decisiones.

La teoría del aprendizaje cognitivo de Bruner pone énfasis en la formación de estos sistemas de codificación (construcción de diagramas conceptuales). Creía que estos sistemas facilitan la transferencia, facilitan la retención y facilitan la resolución de problemas y la motivación. Bruner aboga por los métodos de descubrimiento orientado, que creía que ayudaban a los alumnos a descubrir las relaciones entre categorías.

En los últimos años, Bruner se ha interesado por la forma en que la cultura afecta al aprendizaje de los niños en la escuela. En particular, el papel de la narración para ayudar a los alumnos a entender lo que los conceptos no familiares significan y como se ajustan dentro de una cultura más amplia.

### **Teoría de Gardner de las inteligencias múltiples**

La teoría de las inteligencias múltiples, desarrollada por el psicólogo Howard Gardner, sugiere que existen al menos siete maneras según las cuales las personas perciben y comprenden el mundo. Gardner etiqueta cada una de estas maneras como una «inteligencia»; en otras palabras, un conjunto de tareas que permiten a los individuos encontrar y resolver los problemas genuinos a los que se enfrentan.

Gardner define una «inteligencia» como un grupo de capacidades que es de alguna manera independiente de otras capacidades humanas, tiene un núcleo de operaciones de procesamiento de la información, tiene una historia distinta en la etapa de desarrollo por la que nosotros pasamos, y tiene raíces creíbles en la historia de la evolución.

Mientras Gardner sugiere que su lista de inteligencias no debe ser exhaustiva, identifica las siguientes siete:

1. Lingüístico-verbal: es la capacidad de utilizar palabras y lenguaje.

2. Lógico-matemática: es la capacidad para el pensamiento y el razonamiento inductivo y deductivo, así como la utilización de los números y el reconocimiento de pautas abstractas.
3. Visuo-espacial: es la capacidad de visualizar objetos y dimensiones espaciales, y de crear imágenes internas.
4. Cinética del cuerpo: es el reinado del cuerpo y la capacidad de controlar el movimiento físico.
5. Rítmico-musical: es la capacidad de reconocer pautas tonales y sonidos, así como la sensibilidad a los ritmos y compases.
6. Interpersonal: es la capacidad de comunicarse y relacionarse de persona a persona.
7. Intrapersonal: incluye los estados interiores de existencia, autoreflexión y conciencia espiritual.

La escolarización tradicional favorece enormemente a las inteligencias lingüístico-verbales y lógico-matemáticas. Gardner sugiere un currículo más equilibrado que incorpore las artes, la autoconciencia, la comunicación y la educación física. Abogó por aproximaciones educativas que llamen a todas las inteligencias, incluyendo la interpretación teatral, las interpretaciones musicales, el aprendizaje cooperativo, la reflexión, la visualización, la posibilidad de contar historias...

## **El constructivismo**

El constructivismo es un concepto que manejan mucho los educadores científicos actuales. Se utiliza como una aproximación teórica a la investigación y a la enseñanza. Muchas reformas educativas, como las que últimamente se están haciendo en nuestro país, están asociadas a la noción de constructivismo.

Muchos profesores ven el conocimiento como alejado de los que aprenden. El conocimiento está «fuera», es decir, reside en los libros independientemente del que piensa. La enseñanza de la ciencia, así concebida, se convierte en la búsqueda de verdades, un medio de descubrir teorías, leyes y principios asociados con la realidad. La objeti-

vidad es un componente principal de la búsqueda de verdades que residen en la realidad; se estimula a los que aprenden a que observen objetos, sucesos y fenómenos con una mente objetiva, que se supone separada de otros procesos cognitivos como la imaginación, la intuición, los sentimientos, los valores, incluso las creencias (Johnson, 1987). Como resultado de todo ello, los profesores desarrollan un currículo que asegura que los estudiantes cubren un contenido científico relevante y tienen oportunidades para aprender verdades que habitualmente están documentadas en gruesos libros de texto.

La epistemología constructivista, por otra parte, asegura que las únicas evidencias disponibles para el que aprende son los sentidos. Es a través de ver, escuchar, tocar, oler y probar como los individuos interaccionan con el entorno. Con los mensajes de los sentidos los individuos construyen una imagen del mundo.

Esto significa que el constructivismo reconoce que el conocimiento reside en los individuos y que no puede transferirse intacto desde la cabeza del profesor a las cabezas de los estudiantes. El estudiante intenta darle sentido a lo que se le enseña tratando de ajustarlo a su propia experiencia.

Pero la experiencia lleva consigo una interacción de los individuos con los sucesos, objetos o fenómenos en el Universo; una interacción de los sentidos con las cosas, una construcción personal que se ajusta a algo de la realidad externa. La completa objetividad no es posible para los seres que piensan. De acuerdo con esto, el conocimiento es una construcción de cómo funciona el mundo, que será viable siempre que permita a los individuos seguir sus propias convicciones particulares.

Así, desde una perspectiva constructivista la ciencia no es la búsqueda de la verdad absoluta. Es un proceso para adquirir un sentido de nuestro mundo, para darle sentido. Desde una perspectiva constructivista el aprendizaje de la ciencia se hace de manera semejante a la que utilizan los científicos: es un proceso social activo para dar sentido a las experiencias.

Rosalind Driver (1989) utilizó una teoría epistemológica constructivista como referente en su investigación de las concepciones científicas de los niños. El conocimiento previo de los fenómenos es una parte importante de cómo entender la ciencia escolar. A menudo la interpretación de los fenómenos desde el punto de vista de la cien-

cia oficial difiere de la interpretación que los niños construyen. Los niños construyen significados que se ajustan a sus experiencias y expectativas, y esto les lleva frecuentemente a construir significados diferentes de los que intenta imbuir el profesor. Los profesores que adoptan el punto de vista «objetivista» no reconocen que los alumnos a menudo resuelven su conflicto cognitivo separando la ciencia que aprenden en la escuela de sus propias experiencias vitales.

En otras palabras, los estudiantes distinguen entre las explicaciones científicas y sus propias explicaciones de «mundo real» (el ejemplo de que se necesita aplicar fuerzas para mantener las cosas en movimiento contra las ideas de Newton —y Galileo—). Las concepciones de los niños son sus construcciones de la realidad, que son viables en el sentido de que les permiten darle sentido a su entorno.

Una parte importante de un currículo orientado desde un punto de vista constructivista debe ser la negociación del significado. Los alumnos necesitan tener oportunidades para darle sentido a lo que aprenden negociando el significado; es decir, comparando lo que se sabe con las nuevas experiencias, y resolviendo las discrepancias entre lo que se sabe y lo que parece implicar la nueva experiencia. La resolución de las discrepancias capacita a los individuos para que alcancen el equilibrio en el sentido de que no debe existir curiosidad restante en lo que significa una experiencia en relación a lo que se conoce.

La negociación también puede ocurrir entre los individuos de la clase. El proceso lleva consigo la discusión y la posibilidad de escuchar atentamente, dando sentido a los puntos de vista de los otros, y comparando su significado con los incluidos dentro de las teorías vigentes.

Pero el proceso de aprendizaje no debe parar en lo que se ha aprendido en la negociación del consenso de la clase. Es importante que los estudiantes aprendan también a comparar el conocimiento que se adquiere en clase con el conocimiento construido por la comunidad de los científicos. Si creemos que el conocimiento consiste en un conocimiento del mundo real fuera de aquí, entonces hay que intentar entender el mundo, organizarlo de la manera más racional posible.

Este punto de vista también es aplicable al que aprende mediante actividades, con oportunidades para experimentar y manipular los objetos del mundo. Pero la intención es siempre aclarar al que aprende la estructura del mundo, independientemente de lo que se aprende. Ayudamos a que el que aprende entienda el mundo, pero no necesariamente le pedimos que lo incorpore o que construya su propio mundo.

El gran triunfo de la historia intelectual occidental hasta el principio del siglo XX está en su habilidad para organizar el conocimiento del mundo de una manera racional independiente del que aprende; el conocimiento viene determinado por alguna estructura propia de cada tema. Las disciplinas se desarrollaron, se organizaron esquemas taxonómicos, y todas esas categorías se contemplaron como componentes de una enorme máquina mecánica en la que las partes podían explicarse en función de su relación entre sí, y cada parte contribuía a conseguir el funcionamiento ordenado y correcto del conjunto. La tarea del profesor, con este enfoque, sólo consiste en aclarar al que aprende el trabajo de semejante máquina.

En el constructivismo, en lugar de mirar a la máquina que describe la naturaleza se mira a los seres humanos que aprenden. Cada uno de ellos crea su propio modelo para explicar la naturaleza. Por eso no es raro que los profesores vacilen entre la fe de que los estudiantes construyan el significado que encontramos aceptable, y su necesidad de construir ese significado para ellos; esto es, estructurar las situaciones en las que no son libres de tomar sus propias decisiones mentales, buscando situaciones de aprendizaje que los canalicen hacia nuestras ideas sobre el significado de la experiencia.

Un ejemplo común de esa tensión —que está sin resolver— es nuestra actitud hacia las visitas guiadas explicándoles a los visitantes los módulos del museo. Repetidamente se pregunta si les gustan las visitas guiadas, y casi universalmente dicen que tratan de evitarlos a todo coste. Esta tensión entre el deseo como profesores de enseñar la verdad, de presentar el mundo como realmente es, y el deseo de dejar a los que aprenden que construyan su propio mundo es la que nos requiere para que pensemos seriamente en la epistemología y la pedagogía.



## La inteligibilidad de la naturaleza

La búsqueda de pautas en el mundo físico parte de la idea de que éste es inteligible y su funcionamiento puede conocerse mediante la observación y la especulación. Esta forma de pensar se remonta a los filósofos naturalistas jónicos del siglo VI antes de Cristo (Tales, Anaximandro y sus herederos Leucipo y Demócrito), aunque en muchos casos —antes y después de ellos— se han atribuido los grandes cambios en la naturaleza a las decisiones arbitrarias de una personalidad divina.

La idea subyacente en esta inteligibilidad es que toda la multiplicidad del mundo puede reducirse a una serie de pautas o principios fundamentales que llamamos *leyes de la naturaleza*. El pensamiento científico que culminó con Newton consideró que el Universo funciona como un engranaje de relojería. Este mundo mecánico realiza bajo las mismas condiciones las mismas cosas.

Este planteamiento parte de la existencia de un mundo exterior independiente del científico, y éste se retira y lo sobrevuela para observarlo desde el exterior. Además, a menudo el descubrimiento de las leyes de la naturaleza parte de otro principio discutible, el de la *inducción*: si una o varias veces vemos que al fenómeno A le sigue el B, al volver de nuevo a A esperamos que también ocurra B. En este supuesto hay una cierta contradicción lógica, porque nuestra única garantía es la propia experiencia, lo que conlleva la idea de un cierto círculo vicioso.

La mente humana y la cultura han desarrollado un sistema formal de pensamiento para reconocer, clasificar y explotar las pautas. Lo llamamos matemáticas. Utilizando las matemáticas para organizar y sistematizar nuestras ideas sobre las pautas, hemos descubierto que no están allí únicamente para ser admiradas y que son la clave esencial para averiguar las reglas que gobiernan los procesos naturales.

En una cierta interpretación matemática del mundo que se remonta a Galileo y a Newton aparece un mensaje: la Naturaleza posee unas leyes y nosotros podemos encontrarlas. Otros científicos han escrito, con un talante más escéptico, sobre la irrazonable efectividad de la matemática para describir el mundo físico. El físico Eugene Wigner afirmó que la matemática surge a partir de cuestiones sobre el mundo físico pero raramente eso supone un proceso directo.

Con frecuencia, una idea matemática debe emprender su propia vida, existiendo como si estuviera en el limbo, y siendo desarrollada y discutida por sí misma como un objeto matemático puro. Quizá la matemática es efectiva porque representa el lenguaje subyacente en el hombre, pero quizá las únicas pautas que somos capaces de percibir son matemáticas porque la matemática es el instrumento de nuestra percepción. O sea, a lo mejor no existen verdaderas pautas sino sólo aquéllas que nosotros imponemos.

En muchas ramas de las ciencias físicas y sociales los investigadores obtienen muchos datos, los representan gráficamente y a continuación tratan de obtener la fórmula (función) que describe al conjunto de dichos datos. La idea que subyace en esta práctica es que midiendo diferentes valores de una magnitud mientras se cambian los valores de otra variable bajo el control del científico, podemos predecir el valor de la magnitud para cualquier otro valor de la variable de control.

Lo sorprendente es que se puede encontrar un número reducido de funciones matemáticas que permite relacionar dos magnitudes: la función lineal y la cuadrática, la inversa, la inversa del cuadrado, la exponencial, las sinusoidales...

De acuerdo con lo que precede, parece que la metodología para estudiar el mundo físico consiste en hacer hipótesis sobre qué magnitudes físicas están relacionadas, realizar observaciones o experimentos para confirmarlas, registrar las medidas que pueden surgir y buscar las leyes que permitan predecir nuevos hechos. En este esquema ¿es ilícito tener un marco de ideas de referencia en el que incardinar las leyes conocidas y buscarles una explicación? ¿Por qué deberíamos excluir todo aquello que no puede someterse a los sentidos? Lo que no percibimos ¿no existe?

De hecho, al ensanchar nuestras observaciones con la interpolación, al entroncarlas con lo continuo, nos alejamos de la naturaleza en sí. Una parte importante de las hipótesis que conducen a leyes importantes surgen de un marco de ideas o principios muy generales de cómo suceden las cosas, las *teorías científicas*.

Las condiciones que debe cumplir una teoría científica han sido ampliamente debatidas por los filósofos de la ciencia (Popper, Lakatos, Kuhn, Feyerabend...). Desde la idea de que toda teoría debe plantear conclusiones que puedan ser refutadas experimentalmente, has-

ta las ideas de Feyerabend que ponen de manifiesto cómo muchas teorías se han mantenido en tiempos pasados contra las evidencias experimentales y luego han mostrado su valor cuando se han realizado experimentos más cuidadosos o bien se han interpretado las antiguas evidencias experimentales a la luz de las nuevas ideas. Un caso evidente de este enfoque lo constituyen los argumentos de Galileo para justificar evidencias experimentales como la de la imposibilidad de mostrar experimentalmente la influencia del giro de la Tierra en la caída de los objetos teniendo en cuenta el movimiento relativo. De esta manera se pone en evidencia otro aspecto: las observaciones y los experimentos no son pruebas tan objetivas sobre la verdad como se piensa, y además pueden y deben ser interpretados a la luz de las teorías. Por otra parte, y esto es importante, una teoría o un marco conceptual determina o sugiere los experimentos que se pueden realizar.

El origen de muchas de las hipótesis que conducen a observaciones experimentales era la intuición, que se basa en la experiencia cotidiana, la que guía los pasos de los científicos. A medida que intentamos abarcar un campo más extenso de hechos y dar explicaciones más consistentes, estas leyes parecen alejarse cada vez más de la intuición. Es lógico que esto ocurra ya que mediante nuestra experiencia directa sólo entramos en contacto con una porción muy pequeña de los fenómenos naturales. Únicamente con medidas muy precisas y una cuidadosa experimentación podemos acceder a una visión más amplia; y entonces se ven cosas muy alejadas de lo que hubiésemos podido imaginar.

El ejemplo de la luz es interesante: en un principio se pensó que se comportaba de manera semejante a un conjunto de partículas. Después, con otras evidencias experimentales, se llegó a la conclusión de que se comportaba como ondas. Posteriormente, ya en el siglo XIX, fue necesario volver a la idea de que la luz se comportaba como partículas, y con los fotones pudo Einstein explicar el efecto fotoeléctrico y obtener un Nobel.

Los electrones siguieron el camino inverso. En un principio se consideraban verdaderas partículas, con masa; pero investigaciones posteriores demostraron (experimentos de difracción) que se comportaban como ondas. Los electrones y los fotones se comportan de la misma manera: ¿como partículas? ¿como ondas? Lo cierto es que se

comportan de otra manera que no podemos describir por analogía con algo familiar y que los aleja de nuestra intuición.

Heisenberg observó, al describir las leyes de la mecánica cuántica, que las nuevas leyes de la naturaleza sólo podían ser consistentes entre sí si existía algún tipo de limitación básica que no se conociera anteriormente. Su principio de incertidumbre puede enunciarse de la siguiente manera: la probabilidad general de cualquier suceso en un experimento ideal, es decir en el que todo esté tan bien determinado como sea posible, es el cuadrado de algo que podemos denominar amplitud de onda. Cuando un suceso puede ocurrir de diferentes formas alternativas, la función de onda es la suma de la función de onda de cada una de las alternativas. Si se efectúa un experimento capaz de determinar la alternativa seguida, la probabilidad del suceso cambia; es la suma de las probabilidades de cada alternativa.

Esto quizás no sea saber cómo funcionan las cosas realmente; pero lo que sí es cierto es que nuestra intuición en este campo no nos permite justificar lo que sucede. Y por eso necesitamos utilizar las matemáticas para buscar la relación entre las magnitudes.

## **Una postura ecléctica sobre la educación científica**

En la enseñanza de la ciencia se ha utilizado la idea de redescubrimiento. Reconstruir la ciencia dejando a los estudiantes a su libre albedrío puede ser parecido al intento del personaje de Borges que consigue rescribir el Quijote sin haberlo leído, con el mérito añadido de que esto debía hacerse «fuera de época».

En las reflexiones anteriores sobre la inteligibilidad de la Naturaleza se ha evidenciado el hecho de que surge la duda de una realidad independiente del observador, del esquema conceptual a partir del cual interpretamos los experimentos. Luego la comunidad científica se pone de acuerdo con una determinada «realidad». ¿Es ésa la que debemos comunicar a los estudiantes?

Por otra parte hemos visto que las personas también tienen explicaciones de lo que nos rodea que pueden no coincidir con la realidad oficial de los científicos. Además hay cosas sobre las que, por su abs-

tracción, las personas no tienen ideas previas. Los conceptos de campo, onda, partícula elemental están lejos de la intuición.

En la enseñanza de la ciencia, como hemos visto un poco de pasada, han ido surgiendo diferentes teorías; cada una de ellas incide en un aspecto razonable y todas valen, o pueden valer. Un profesor experimentado puede utilizar las ventajas de todas ellas o suscribirse a aquéllas en las que él y sus alumnos se sienten más cómodos. ¿Es esto válido? Probablemente, sí.

### ¿Educación científica no formal?

La educación no formal en cuestiones científicas se refiere a experiencias que tienen lugar fuera de los establecimientos escolares tradicionales: por ejemplo, en los centros interactivos de la ciencia, o bien en acuarios, zoológicos, planetarios, incluso en la televisión, las revistas, el cine, la prensa diaria... Una gran proporción del aprendizaje de las ciencias tiene lugar inconscientemente a través de lecturas y experiencias casuales.

La enseñanza no formal puede hacer muchas cosas. Veamos algunas:

1. *Colaborar con la educación formal.* Como una institución formal, la ciencia progresa solamente a través de los rigores del estudio formal. Sin embargo la educación no formal puede jugar un papel significativo en el avance de la ciencia. Puede verse la educación no formal como un paso previo, una extensión de las actividades del aprendizaje formal. El aprendizaje no formal puede estimular la curiosidad que prepara al que aprende para conseguir aprender en una escuela. De modo semejante, los elementos no formales permiten a los que aprenden extender el aprendizaje ya iniciado en clase.
2. *Motivar el amor a la ciencia.* La ciencia no formal tiene una gran capacidad para catalizar y mantener el interés en torno a la ciencia entre los jóvenes. Lo hace proporcionando un entorno de aprendizaje libre de las ataduras de los programas oficiales y de los estándares educativos, un entorno donde los que aprenden son verdaderamente libres para seguir su

propio interés. En el núcleo de la educación no formal está la oportunidad de explorar temas de interés personal a través de la curiosidad y la propia iniciativa, utilizando contactos auténticos y de primera mano con objetos, imágenes o procesos en los que se basa la ciencia. Muchos científicos justifican su fascinación inicial por la ciencia en experiencias de educación no formal que capturaron su imaginación.

3. *Crear una ciudadanía informada científicamente.* Las visitas no formales tienen un papel especial en la creación de ciudadanos cultos y bien informados científicamente. Las fuentes no formales de aprendizaje de la nueva información que surge a diario son la única manera que tiene la mayoría de los ciudadanos para adquirir la información crucial que les permita luego tratar inteligentemente asuntos científicos sobre los que se le pueden pedir decisiones.
4. *Generar nuevas ideas de aprendizaje.* La educación no formal puede servir como un laboratorio importante para probar prototipos y comprobar nuevas aportaciones pedagógicas que puedan utilizarse subsecuentemente en establecimientos formales. La educación no formal no está constreñida por estrechos marcos curriculares, como ya hemos visto, y por eso las instituciones no formales ofrecen a los investigadores de la didáctica de la ciencia oportunidades valiosas y flexibles para experimentar y evaluar cómo aprenden los estudiantes. Las exposiciones de los museos pueden servir como laboratorios donde los investigadores prueben y evalúen diferentes estrategias y técnicas de aprendizaje.

## **Los Museos de la Ciencia como entornos de aprendizaje**

En un sentido muy general, los centros científicos interactivos muestran fenómenos científicos e ideas, y también objetos, máquinas e instrumentos. Muestran las actividades de los científicos, las consecuencias del avance tecnológico y el estado de conocimiento del Universo y de nosotros mismos.

Los módulos en estos museos presentan fenómenos naturales, innovaciones tecnológicas e ideas científicas de manera que llamen la atención a los visitantes, interactuando con ellos y procurando que se hagan preguntas para reforzar su propio aprendizaje. Los elementos están diseñados para aislar un fragmento de la naturaleza o un concepto del mundo. Los museos pueden también proporcionar una experiencia viva del proceso de descubrimiento científico presentando o recreando sucesos reales. Por ejemplo, la recepción y el análisis de imágenes reales desde los satélites Pioneer y Voyager.

Los recursos de estos centros se pueden utilizar en la enseñanza formal: los módulos se convierten en excusas para aprender. Los profesores desarrollan hojas de trabajo para que los alumnos las utilicen en su visita, e incluso algunos profesores desarrollan versiones de los elementos para su propio uso.

Es obvio, pues, que los centros interactivos de la ciencia son realmente instituciones educativas. Pero no son escuelas. Porque ofrecen oportunidades que son difíciles de reproducir en los establecimientos escolares.

La naturaleza exacta y la extensión del aprendizaje en los centros de la ciencia no se conocen completamente. Esto no es sorprendente debido a la naturaleza episódica de la interacción, la divergente procedencia de los visitantes, la naturaleza libre de la propia visita al museo y el carácter no verbal de las experiencias que se realizan en los museos. Además, nadie examina al visitante después de su visita. Y sin exámenes, sólo queda la evaluación continua, posible en el aula pero imposible en un museo.

Las ideas y objetos en un museo pueden ser valoradas por la propia acción de los visitantes, que se mueven de un lado a otro en las salas, de un elemento a otro y saltándose los que quieren. Las personas tienen la posibilidad de hacer sus propias conexiones. No hay necesidad de verlo todo. El entorno relativamente libre permite demandas divergentes y los usuarios pueden crear su propio camino de aprendizaje. Algunos de estos caminos y conexiones son científicamente válidos y algunos no lo son.

Un observador casual puede tener la impresión de que los visitantes sólo tienen breves interacciones con los módulos. Es frecuente que los adultos, sobre todo los profesores, se quejen de que los críos sólo corren de acá para allá tocando botones sin esperar a ver qué

pasa. Pero la actividad frenética que se observa en los museos de ciencia a menudo camufla propósitos bastante más interesantes. Judy Diamond estudió el comportamiento de grupos familiares siguiéndoles durante las visitas. Encontró que podían permanecer en un cierto número de módulos durante un período de tiempo corto (menos de un minuto) pero en cambio estaban ante unos cuantos módulos durante un período de tiempo más largo (5 a 30 minutos). En su estudio de la Smithsonian Institution, John Falk también descubrió una distribución bimodal del tiempo que se empleaba en los módulos. Tales estudios indican que una parte sustancial de la visita a un museo se emplea en el examen de un cierto número de módulos, pocos, que proporcionan la oportunidad de un aprendizaje significativo. Los visitantes seleccionan los temas que les interesan y que están listos para investigar después. Pero lo importante es que esos pocos módulos no son los mismos para todos los visitantes; cada uno tiene los suyos...

Para la mayor parte de los visitantes a un museo la experiencia es episódica. Una sola visita de dos horas es la norma. A primera vista, este escaso tiempo parecería limitar la efectividad pedagógica del museo. En el sistema educativo convencional se utilizan estímulos externos: las notas, la graduación, el empleo futuro. Pero factores intrínsecos como la curiosidad, el placer de aprender (que se pueden encontrar en un centro interactivo de la ciencia) son también instrumentos potentes de motivación. La curiosidad es un motor tanto en los hombres como en los animales; y por razones basadas en la evolución, el aprendizaje es una actividad placentera.

El papel de jugar y explorar con objetos e ideas como parte del proceso de aprendizaje es una característica olvidada en la educación. Pero Jerome Bruner y Michael Polanyi señalan la importancia del juego como soporte del aprendizaje. El juego raramente se considera una parte significativa del aprendizaje; de hecho suele ser considerado como una actividad para niños, y no demasiado sería ni recomendable. Por eso la atmósfera de juego existente en los centros de ciencia lleva a mucha gente a pensar que son lugares para niños. Pero el juego es un asunto serio en educación científica. Lleva al desarrollo de tareas de observación, experimentación y comprobación de ideas, y proporciona una oportunidad para descubrir independientemente algún tipo de orden en la naturaleza.



En un centro interactivo la edad y la procedencia de los visitantes son tan diversas que se observa inmediatamente que su dispersión de conocimientos es inmensa. A veces, los visitantes muestran puntos de vista disparatados acerca de cómo ver la naturaleza. Es asombroso comprobar, hablando con los visitantes en la atmósfera informal de un museo, cuanta diversidad de puntos de vista existe en torno a cómo funciona el mundo. Muchos son incorrectos desde un punto de vista científico, pero se han mantenido durante años después de acabar la educación formal. Aunque ésta hubiera debido crear un punto de vista científicamente más consistente.

Afortunadamente los museos de ciencia pueden intentar dar algunas respuestas a la amplia variedad de conocimientos de los visitantes. Creando módulos que varían en el tema y en el estilo, un museo puede coincidir con el nivel de comprensión de muchas personas diferentes. Los módulos deben proporcionar a los visitantes la oportunidad de investigar y validar (o invalidar) sus teorías personales de forma directa, sin intermediarios.

## **El diseño de los módulos en los centros interactivos**

¿Cómo influye todo lo dicho en la creación de los módulos que forman parte de un centro interactivo de la ciencia? A menudo, sólo de manera retrospectiva puede hacerse la conexión entre las teorías del aprendizaje y el diseño de los módulos. Si se les pregunta a los diseñadores de los módulos que reflexionen sobre su trabajo, veremos que es difícil que admitan cualquier conjunto explícito de reglas.

Sin embargo un análisis de la actividad de diseño de módulos en el Exploratorium de San Francisco muestra unas cuantas reglas que son importantes. El usuario de un módulo, no el diseñador, debe controlar la actividad de aprendizaje. El diseñador pretende que el usuario experimente alguna cosa particular; pero el peligro es que el diseño dicte el comportamiento del usuario y por tanto imposibilite cualquier clase de aprendizaje independiente. Por lo tanto los diseñadores deben prestar atención cuidadosa a sus propias interacciones con el módulo como primeros usuarios. En el Exploratorium se pre-

fiere el desarrollo y la comprobación de prototipos a escala completa en lugar de los diseños sobre el papel. Estos prototipos también son comprobados por los visitantes.

Los objetos y experiencias de todos los días ofrecen buenos puntos de partida para muchos módulos. Cuanto más próximo está un módulo a las experiencias personales del visitante, mayor es la posibilidad de que dicho módulo estimule las propias preguntas y conclusiones del visitante. Asuntos como la percepción animal y humana, o el color, o las burbujas son asuntos que interesan a la gente. Es más interesante mostrar la interferencia luminosa en una lámina delgada con una concha o una perla que la presentación clásica que utiliza dos placas de vidrio.

El desarrollo de la estética de un módulo es fundamental. Experiencias ricas sensorial y estéticamente son fundamentales. La autenticidad es crucial. La gente responde con el máximo interés cuando se dan cuenta que están en contacto con el artículo genuino, independientemente de que sea una experiencia real o un objeto auténtico. Los artistas, como los científicos y los educadores, pueden proporcionar ideas para construir módulos sugerentes. El proceso artístico de investigación y presentación de la naturaleza proporciona un contrapunto creativo y dramático al del científico. De hecho, en el Exploratorium los módulos desarrollados por los artistas son a menudo muy apreciados por los visitantes del museo.

El diseño funcional de un módulo es importante para el aprendizaje. Los objetos tienen su propio lenguaje natural de uso. La utilización de un módulo debe ser evidente a partir de la forma de las partes y no dependiente de unas instrucciones gráficas complicadas. Una presentación espacial y visual sencilla pero potente debe llevar de forma natural a las ideas conceptuales.

Los módulos tienen una escala individual y una identidad de grupo. Se ha descubierto que los módulos que están solitarios y tienen aproximadamente el tamaño de una mesa tienden a fomentar el sentimiento de aproximación y privacidad; también proporciona el entorno ideal para una aproximación en pequeños grupos. El aprendizaje puede reforzarse creando un número de módulos sobre temas similares que en conjunto pueden servir para desarrollar un currículo que refuerce un concepto particular o una idea. Pero también es esencial el entorno entero del museo. Un entorno en el que la gente se

sienta a gusto para explorar y aprender, y que permita a los visitantes desarrollar su propio espacio.

La mayoría de las personas que se dedican a la pedagogía en los museos aceptan la idea de que los visitantes de los museos deben mantenerse activos, necesitan hacer algo. Algo que implica tanto a la mente como a las manos, e incluso a los sentimientos y las actitudes. No todas las experiencias son necesariamente «educativas».

Al presentar nuevos módulos, ¿qué suponemos sobre la capacidad de nuestros visitantes de aprender, de organizar su conocimiento? ¿Qué esquemas de organización les atribuimos? Por ejemplo, se observó cómo los visitantes al Museo de la Ciencia de Boston interactuaban con una serie de módulos desarrollados inicialmente en el Exploratorium de San Francisco. Se les preguntó qué pensaban de los módulos. Algunos no tenían las herramientas mentales necesarias para captar el concepto del módulo; pero eso no significaba que no entendieran el concepto, simplemente carecían de los principios organizativos y, por tanto, de las herramientas para aprender.

Existen módulos que exigen que los visitantes muevan mandos que hagan que los componentes del módulo se muevan o cambien. No todos los visitantes tienen clara la relación entre el mando y lo que hacen. El módulo intenta explicar una relación causal entre dos variables en la naturaleza; una variable se altera actuando sobre un mando y esa alteración hace que la otra variable responda y varíe. Pero si el visitante no entiende sobre mandos y lo que hacen, el mensaje del módulo no se puede entender.

Algo parecido ocurre con las cronologías y líneas del tiempo, habituales en los museos de historia. ¿Estamos seguros de que los visitantes pueden apreciar una línea del tiempo, por ejemplo, y pueden reconocer que la distribución de las fechas en el espacio lineal puede intentar aproximarse a su distribución en el tiempo cronológico? Existe una evidencia considerable que al menos algunos visitantes (por ejemplo los niños) no pueden seguir tal razonamiento; existe menos evidencia de que un número significativo de visitantes lo puedan hacer. Puede ser necesario enseñar a nuestros visitantes a entender líneas del tiempo a través de ejemplos simples antes de presentarles planos complejos que cubren miles de años. Y no estamos hablando de representaciones logarítmicas, que son por esencias anti-intuitivas...

Sin duda el aprendizaje es una actividad social. ¿Hasta qué punto reconocemos que la gente aprende cuando habla o interacciona entre sí? Evaluando diversos módulos interactivos en varios Museos de la Ciencia en los que la gente obtiene información a través de una diversidad de posibilidades —leer carteles, escuchar cintas, oler los olores de los animales, tocar pieles de animales y manipular componentes del módulo interactivo— podemos observar que los visitantes individuales prefieren diferentes modos de aprendizaje. En grupos familiares, por ejemplo, las conversaciones se hacen más democráticas e implican a más miembros; todos comparten, discuten y confirman lo que han aprendido siguiendo su modalidad preferida. También ha ocurrido en grupos pequeños de escolares amigos, pero no siempre en grupos menos homogéneos.

Es importante que nos preguntemos qué debemos tener en cuenta para construir módulos que promuevan que los visitantes discutan, compartan, busquen juntos... ¿Promueven la discusión la arquitectura y la distribución de los módulos? Algunos museos de arte tienen el aire tranquilo de una iglesia y disuaden del debate activo y la interacción verbal. La quietud y el silencio de lo religioso pueden ser adecuados para la contemplación individual de unos cuadros, pero quizá estos museos podrían promover otras salas, próximas a las galerías, con reproducciones, materiales de referencia u otras referencias de las pinturas que podrían promocionar el diálogo y la discusión. Incluso la creatividad. Los nuevos talleres del Museo Thyssen de Madrid intentan algo así...

Los visitantes necesitan «anclajes», como conexiones, en los módulos que ayuden a entender los mensajes que se pretenden transmitir. Un experto visitante de museos o una persona conocedora de un tema dado puede implicarse fácilmente. ¿Pero que significa para un visitante ingenuo enfrentarse a un asunto completo que muestra elementos destacados y poco usuales? ¿Para qué sirve que el visitante «inculto» sea invitado a pulsar botones o leer un panel explicativo difícil? Es importante que los módulos proporcionen diferentes «puertas de entrada», utilizando diferentes modos sensoriales y clases de estímulos para atraer a un amplio espectro de gente que aprende.

Finalmente está el asunto del tiempo para aprender, para reflexionar, para revisar una idea... Los equipos pedagógicos de los museos han abordado este problema y lo cierto es que sigue siendo con-

siderado como sumamente difícil. Porque los visitantes son libres de ir y venir, y muchos de ellos son turistas que nunca vuelven. Las salas y estancias de los museos no están diseñadas como lugares en los que detenerse, a pesar de que deseamos que los visitantes empleen más tiempo allí. ¿Qué podemos hacer para que los visitantes estén con un tema más tiempo? ¿Cómo organizar los museos para acomodarlos? ¿Hasta qué punto se proporcionan recursos adicionales (además de los objetos y regalos que puedan venderse en la tienda próxima) que puedan satisfacer los intereses de los visitantes al día siguiente de su visita, o una semana después?

### **¿Pedagogía en los centros interactivos de ciencia?**

Los equipos pedagógicos de los museos deberían servir de puente entre las instituciones escolares y los centros interactivos. Estos equipos están adquiriendo cada vez más importancia en los museos importantes del mundo, y se hace evidente en las páginas Web de estos museos, que reservan buena parte de la información ofrecida a los aspectos didácticos y de relación con los profesores.

En el Museo de las Ciencias Príncipe Felipe, de Valencia, el equipo pedagógico plantea su actividad como una ayuda al profesor, que es en último término el que debe tomar todas las decisiones: él conoce a sus alumnos y es el que debe decidir el estilo pedagógico que utilizará.

Por eso, el equipo pedagógico del museo produce materiales que tienen como objetivo dar a conocer los elementos que ofrece el centro interactivo y facilitar su uso para que el profesor los utilice a su libre albedrío en clase. Este trabajo se hace con los siguientes elementos:

#### **Las guías del profesor**

En Valencia se ha adoptado un modelo de guía que presenta similitudes con los que se utilizan en la Cité (CitiDoc) y en el museo de la Ciencia de Londres. Están dirigidas sólo a los profesores porque realizar una guía para los alumnos de cada nivel es una tarea difícil y no

siempre útil: habría que realizar una guía por curso y aún así habría que adaptarlas a los alumnos de cada curso particular. Es excesivamente caro, bastante difícil de realizar y no siempre bien apreciado.

Cada profesor conoce mejor que nadie a sus alumnos y por eso las guías están concebidas para ayudarle en el trabajo de preparación, sea cual sea el nivel de su clase.

Las guías didácticas de cada exposición incluyen:

### **Introducción. Presentación de los aspectos generales de la exposición**

*Antes de la visita.* Contiene una descripción de los elementos que contiene la exposición y «Para saber más», una lección construida con los conceptos de la exposición para que el profesor los adapte al nivel de sus alumnos.

*Después de la visita.* Con «El recorrido en preguntas» se plantean preguntas que se le pueden hacer al profesor, por si quiere utilizarlas. Se basan exclusivamente en lo que se observa en cada exposición y por tanto pueden adscribirse a cualquier nivel educativo. Se proponen «Actividades» para realizar después de la visita y relacionadas con los contenidos de cada exposición. Muchas de las actividades son experimentales realizadas con materiales sencillos.

### **Recorridos por el museo**

Cada vez más exposiciones están diseñadas para que puedan seguirse múltiples caminos a la hora de recorrerlas; el visitante tiene así un amplio espectro de posibilidades para adquirir información. Otra posibilidad es la de asociar los recorridos a la estructura de una materia.

Además, en una sola visita, que por término medio puede durar de dos a tres horas, es imposible ver todos los contenidos del museo. La elección de los componentes de un determinado recorrido se deja a los propios profesores, aunque se les sugieren algunos recorridos. En esta línea, el Museo de la Ciencia de Londres ha elaborado ciertos recorridos con guías y preguntas en torno a un determinado tema: las fuerzas, el vuelo, la luz...

En Valencia, y tanto para el público en general como incluso para los especialistas en ciencias, se ha propuesto un recorrido (al que antecede un curso) denominado Ciencia para Poetas. Se recorren elementos del museo (tanto de las exposiciones como de las demostraciones que se realizan en la Ciencia a Escena) buscando experimentos cruciales que se relacionan con las épocas en la que vivieron los descubridores y con aspectos humanos y curiosos de éstos.

### **Las visitas de preparación de los profesores**

Durante el tiempo que lleva abierto el museo Príncipe Felipe, los profesores valencianos (y de algunas otras comunidades autónomas próximas) han tenido ocasión de conocer aunque sea superficialmente el museo. La entrada es para todos ellos gratuita. Han acudido profesores de muy diversa procedencia, la mayoría no dan clase de materias que tienen que ver con los temas del museo... Pero es indudable que el esfuerzo mereció la pena, aunque sólo sea por aquello de que la cultura científica debe ser una parte importante de la cultura...

En la actualidad, y admitiendo que las visitas se refieren a los profesores que van a traer a sus alumnos en breve al museo, las cosas van adquiriendo otro cariz. Pueden conocer detalladamente los contenidos, lo que les puede servir también para plantearse recorridos en el museo.

### **Cursos para profesores**

Puede ser conveniente que los profesores realicen cursos en el museo o participen en ellos. De esta manera quizás incluyan los contenidos y metodologías no formales de los museos en sus programaciones. En esta línea, los centros más importantes de todo el mundo ofrecen a los profesores diferentes cursos para un mejor aprovechamiento de los contenidos de los museos.

La mayoría de estos cursos se realizan en Valencia en colaboración con los centros de profesores. Para grupos reducidos, organizando sus propios grupos, o participando en cursos de Matemáticas, Física y Química, Ciencias Naturales y Tecnología y otras asignaturas

previamente programados y que tienen lugar en las instalaciones del Museo.

Nos hemos planteado asimismo la colaboración con la Universidad en la formación científica de nuevos profesores. El CAP (certificado de aptitud pedagógica) actual es imprescindible hoy día para ejercer la docencia en niveles no universitarios. Algunas horas de esta formación podrían plantearse en el Museo. Por cierto, el modelo de formación del profesorado cambiará sustancialmente el próximo año... En todo caso, los alumnos de la Escuela de Magisterio realizan sus prácticas en el Museo, muchos de ellos becados.

Estas y otras propuestas pretenden estrechar la relación entre la ciencia «formal» que se enseña en los centros educativos y la «no formal» que se intenta en el museo. Lo que también ocurre en otros contactos más puntuales con el profesorado en los simposios sobre materias específicas, y con alumnos y profesores en las Ferias de la Ciencia (ver actividades).

### **«La Ciencia a Escena»**

Desde prácticamente la inauguración del Museo de las Ciencias de Valencia, y en tres aulas simultáneamente, se ofrecen sesiones de «La Ciencia a Escena». Estaban destinadas inicialmente a los escolares, pero muy pronto hubo que extenderlas al público en general debido a su éxito. En los días laborables, «La Ciencia a Escena» se convierte en un complemento para las actividades que realizan los profesores en los centros de enseñanza, y se adapta a los diferentes niveles educativos de la enseñanza secundaria (1.º y 2.º de la ESO, 3.º y 4.º de la ESO y 1.º y 2.º de Bachillerato) a través de diferentes guiones y explicaciones de los experimentos. En los fines de semana, festivos y vacaciones, se acentúa, sin perder el rigor, el componente espectacular de las demostraciones, con sesiones para el gran público constituidas por una selección de las experiencias más llamativas.

Se realizan dos tipos de actividades: Demostraciones y Talleres.



## Demostraciones

Las demostraciones constituyen *puestas en escena* de un grupo de experimentos que, siguiendo un guión, pretenden enseñar ciencia de manera divertida. La duración de las sesiones puede oscilar entre 45 y 50 minutos. Están diseñadas para ser representadas para grupos no muy numerosos, por ejemplo una clase. Máximo aforo: 40 personas. Los guiones construyen una historia por medio de una secuencia de experimentos espectaculares, para cada uno de los cuales se podrá requerir el concurso de uno o varios asistentes. El monitor que conduce la demostración tiene el protagonismo principal, aunque cuenta con la ayuda de varios asistentes. Los guiones buscan aspectos lúdicos, sin renunciar al nivel científico ni al rigor de los temas tratados.

Las demostraciones que ofrecemos actualmente están agrupadas en las siguientes sesiones:

*La magia química.* Las reacciones químicas tienen lugar continuamente a nuestro alrededor, algunas de forma natural y otras provocadas. Se parte de una o varias sustancias para obtener otras completamente nuevas. Muchas veces las reacciones van acompañadas por cambios de color, desprendimiento de calor y luz, producción de electricidad y explosiones.

*Frío, frío.* En el aire, el nitrógeno es el gas más abundante. Aquí se presenta a  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  en estado líquido. Mucho menos abundante, el dióxido de carbono es sólido a  $-76\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Los cuerpos en contacto con ellos experimentan cambios interesantes.

*Pelos de punta.* Desde la invención de la pila eléctrica en 1800, la corriente eléctrica se impuso como una de las fuentes de energía más utilizada y versátil. Para muchos constituye un fenómeno misterioso e incluso inquietante. El conocimiento de la electricidad empieza por la producción y el control de grandes cargas eléctricas, que es lo que se aborda en este conjunto de demostraciones.

*Horror al vacío.* La presión que ejerce la atmósfera se pone en evidencia cuando nos acercamos al vacío. En el casi vacío todos los objetos caen con la misma velocidad, el sonido no se propaga y el agua hierve a temperaturas mucho más bajas que las habituales.

*Sonidos: Música y Naturaleza.* Vivimos en un mundo lleno de sonidos. En la naturaleza encontramos sonidos agradables, como el canto del pájaro, y otros que no lo son, como el trueno. El sonido musical tiene cualidades que lo hacen diferente del ruido. Con los

sonidos se comunican los animales y los hombres. Sin embargo cualquier sonido no es más que una vibración que se propaga en un medio.

*Interpretar el mundo matemáticamente.* La matemática puede definirse como la búsqueda de regularidades en lo que nos rodea. Estas demostraciones muestran algunas de estas pautas y dónde se encuentran en la Naturaleza.

## Talleres

En los Talleres se intenta que los asistentes, distribuidos en grupos, trabajen siguiendo las pautas que les indica el monitor. Aquí la participación del visitante es constante y el monitor, después de dar las instrucciones iniciales, se convierte en coordinador de las actividades. En el taller propuesto, «Robots», se utilizan robots construidos con piezas del tipo Lego a los que se dota de vida desde un ordenador utilizando un sencillo lenguaje de programación. Así adquieren autonomía vehículos, brazos articulados, robots deportistas e insectos robotizados. El taller se destina a alumnos de Tecnología e Informática, de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Elevando el nivel de los programas que se produzcan en el taller, estamos adaptándolos para Bachillerato.

## Conclusión

En este trabajo hemos intentado articular diversos elementos de reflexión en torno a la posible, y sin duda necesaria, colaboración entre la enseñanza en la escuela y las visitas a los centros interactivos de la ciencia. Lo hemos hecho desde la perspectiva de las teorías de enseñanza de la ciencia basadas en la experimentación, y desde la reflexión sobre las características que tienen o debieran tener los museos de la ciencia.

También hemos pasado revista a algunas acciones que el equipo pedagógico del museo ha emprendido en el Museo de las Ciencias Príncipe Felipe de Valencia para promover las relaciones entre las es-

cuelas y los contenidos del museo, colocando al profesor como eje esencial de esta interacción. Incluidas las actividades de «La Ciencia a Escena», uno de los éxitos del Museo en el mundo escolar y también de cara al gran público.

Finalmente incluimos, en anexo, algunos datos que nos parecen interesantes acerca de las Demostraciones que iniciara Faraday en la Royal Institution de Londres, y las que se realizan en París, en el Palais de la Découverte.

### **Anexo 1. Faraday y las demostraciones en la Royal Institution de Londres**

Con «La Ciencia a Escena», y salvando todas las distancias, pretendemos seguir la estela de aquellas charlas y demostraciones de divulgación científica que se desarrollaron en la Ilustración y que adquirieron su máxima expresión con Faraday, en el Palais de la Découverte de París, y en otros museos, algunos de ellos españoles.

Benjamin Thompson, el Conde Rumford (1753-1814) fundó la Royal Institution «para difundir el conocimiento y facilitar la introducción general de las invenciones mecánicas y sus mejoras, y para enseñar mediante cursos con conferencias filosóficas y experimentos la aplicación de la ciencia a los propósitos comunes de la vida». Sin embargo, la Institución tuvo problemas financieros desde el principio, porque el soporte tenía que venir del público en general, y las personas acomodadas en particular. La brillante trayectoria de Humphry Davy dio una solución temporal, porque atrajo mucha gente de la alta sociedad. Pero se retiró en 1812. El sucesor de Davy, William Thomas Brande dio conferencias de química y ganó dinero, pero no resolvió el problema financiero. Estas dificultades fueron ampliamente superadas cuando Faraday puso su destreza como químico a disposición de la Royal Institution. El uso del laboratorio en las investigaciones sobre las aleaciones del acero y más particularmente para los miles de análisis realizados por Faraday hacia 1820 atrajeron los fondos suficientes para mantener la Royal Institution en funcionamiento. Además, fundando en 1826 las series de conferencias, «Discursos de la tarde del Viernes» y «Conferencias de

Navidad», y contribuyendo él mismo como buen conferenciante, Faraday tuvo éxito al solucionar el problema financiero a la Institución.

Es obvio que Faraday contribuyó a superar las dos tareas: resolver el problema financiero de la Institución y al mismo tiempo realizar un número de inventos y descubrimientos útiles, atrayendo a muchas personas, incluyendo niños, a las satisfacciones y beneficios de hacer ciencia.

En 1859 Faraday dio las Conferencias navideñas sobre *Las distintas fuerzas de la materia*. La siguiente navidad dio las conferencias para niños sobre *La historia química de una vela*. Estas dos series fueron publicadas y se hicieron clásicas... Esas conferencias fueron escuchadas entre otros por Charles Dickens y el príncipe Alberto, el marido de la Reina Victoria, y el príncipe Eduardo, su hijo (después Eduardo VII). Estas conferencias se mantienen en la actualidad y desde 1966 son televisadas en Inglaterra.

## **Anexo 2. Demostraciones en el Palais de la Découverte**

Desde su creación, el Palais de la Découverte ocupa una de las alas del Grand Palais de Paris, construido a finales del siglo XIX. «Le Palais de la Découverte» sólo fue al principio una exposición temporal, acogida en 1937 por el Grand Palais. Tenía por objetivo presentar al gran público la ciencia en acción, la ciencia que se hacía y que podía despertar vocaciones. Debido a su éxito, la exposición en el «Palais de la Découverte» fue prolongada y hecha permanente en 1938 en la Universidad de París. Fue convertido en establecimiento público con carácter científico, cultural y pedagógico en 1990.

El establecimiento acoge alrededor de 500 000 visitantes por año, de los cuales el 20% son escolares. Tiene por misión divulgar la ciencia en sus leyes y principios fundamentales. Su originalidad reside en el modo de presentación escogido: mostrar la ciencia en acción por medio de exposiciones, experiencias y manipulaciones comentadas.

### **Las demostraciones como instrumento educativo**

Los conocimientos previos, las creencias y las suposiciones, incluso y algunas veces las equivocaciones deben incluirse en las ideas previas que debe tener en cuenta el profesor.

Esto convierte a las demostraciones con experimentos en un recurso muy interesante para hacer aflorar las explicaciones que dan los alumnos a una serie bien seleccionada de experimentos sobre los que se pueden plantear preguntas.

### **Un ejemplo de aplicación de la ciencia a escena aplicando el constructivismo**

En la ciencia no es excepcional que los alumnos tengan ideas profundamente asentadas sobre el mundo natural que difieren de la evidencia empírica y de las explicaciones aceptadas por la ciencia. Algunos ejemplos: los objetos pesados siempre se hunden en el agua, los objetos más pesados caen a mayor velocidad que los ligeros, las burbujas en el agua hirviendo son los gases oxígeno e hidrógeno, el agua que hierve vigorosamente está a mayor temperatura que el agua que hierve suavemente, la materia cambia cuando se funde, que cuando el agua hierve o se quema produce un descenso de masa. Es por lo tanto de gran valor al planificar un curso satisfactorio que el profesor se asegure de que tiene los medios para revelar las creencias o presunciones de los estudiantes. No es inusual que los alumnos se aperciban y acepten algunos de los hechos que se enseñan, después de algún período de tiempo después utilizando sus creencias primitivas y construyen respuestas a las preguntas y resuelven problemas utilizando la falsa intuición. Últimamente, se ha hecho mucha investigación en la enseñanza de la ciencia en las maneras de encontrar lo que los estudiantes están pensando. Las pruebas se planifican sobre la base de que las comparaciones entre los métodos diferentes de enseñanza pueden hacerse.

La combustión y el arder parece ser un tópico fácil debido a las experiencias cotidianas. El fenómeno es familiar a todos los alumnos o parece serlo. Es por lo tanto difícil empezar una lección o conferen-

cia sobre un asunto sobre el cual los estudiantes creen que saben algo o al menos bastante.

Aquí se muestran algunos ejemplos de algunas cuestiones relevantes:

- ¿Qué semejanzas y diferencias existen cuando un gas, un líquido o una sustancia sólida arden?
- ¿Qué clase de sustancias arden?
- ¿Por qué algunas sustancias arden y otras son incombustibles?
- ¿Cómo puede predecirse si una sustancia arde o no?
- ¿Qué hace una sustancia combustible?
- ¿Cuándo una sustancia es incombustible?
- ¿Cuáles son las necesidades para la combustión?
- ¿Qué hace a una sustancia arder?
- ¿Qué sucede cuando una sustancia no arde?

Es útil para el profesor mantener las respuestas en la mente y tratar de encontrar las razones por las que se dan las respuestas:

- Los metales no arden
- Siempre se desprenden gases cuando algo arde
- Se desprende siempre dióxido de carbono

### Experimento con la lana de acero

Un pequeño trozo de lana de acero se coloca en un plato de una balanza. La balanza se equilibra con pesas en el otro plato.

Se le pregunta entonces a la clase: *¿Qué sucederá cuando se hace arder la lana de acero?* Las alternativas son:

1. El lado del hierro subirá (se hace más ligero).
2. El lado del hierro baja (se hace más pesado).
3. No le sucede nada a la balanza.

Probablemente todas las alternativas tendrán algún apoyo. Puede ser bastante sorprendente la alternativa que tenga mayor apoyo. El siguiente paso de la demostración es dar a los alumnos algunos minutos de tiempo para pensar en cómo justificar su elección. Esto puede hacerse por grupos o parejas. Las justificaciones pueden presentarse a la clase. Las justificaciones darán una información valiosa al profesor.

Esto también ayudará a los alumnos a ser conscientes de sus estilos de aprendizaje y capacidad para predecir nuevos fenómenos sobre la base de un conocimiento previo.

Los alumnos tienen la posibilidad de encargarse de su propio aprendizaje, aprenderán cómo justificar sus opiniones y cómo argüir con los estudiantes que representan alguna otra opción.

Una falsa concepción muy común que lleva a la justificación de la alternativa 3 con comentarios como:

*Nada sucederá porque el hierro no arde. Incluso aunque el hierro no ardiera, nada sucedería porque nada dejaría al hierro, los átomos sólo cambiarían de lugar.*

Hay muchas justificaciones para la alternativa 1 (será más ligero):

*Cuando algo arde, hay algo de humo que se desprende y sólo se dejan algunas cenizas. Las cenizas serán más ligeras porque algo se ha ido. El hierro reacciona con el aire y el producto se eleva como un gas, al menos hasta alguna extensión. Los otros componentes de la lana de acero se oxidarán y desprenderán y sólo dejarán hierro.*

La alternativa 2 (se hace más pesado) proporciona justificaciones como:

*Se hace más pesado porque el dióxido de carbono se incluirá en la lana de acero. La lana de acero se carboniza. Los otros componentes de la lana de acero se oxidarán y se harán más pesados. Habrá óxido de hierro, que es más pesado que el hierro. Aparecerá óxido de hierro que es más pesado que el hierro. Cuando la lana de acero arde se hace más sólida y estable.*

Después de que el hierro ha ardido y los alumnos han visto lo que ha sucedido se les da unos minutos para que los alumnos discutan en grupos o por parejas sus observaciones, comprobando sus razonamientos y tratando de buscar algunas explicaciones. Muchos de los estudiantes han alcanzando un poco de contradicción en sus mentes, que causa una motivación para encontrar cómo son realmente las cosas.





# La demanda de educación científica

*Ramón Núñez Centella*

El presente trabajo no pretende otra cosa que ser una primera y sencilla reflexión sobre unas experiencias realizadas en los museos científicos de La Coruña, cuyo objetivo es avanzar en el conocimiento de los saberes científicos que hoy demanda —o echa de menos— la ciudadanía. La idea nace de la voluntad de liberar a los museos, sobre todo a los que no tienen obligaciones derivadas de una colección de objetos, del riesgo de convertirse en prolongaciones del sistema escolar. La redacción del currículum siempre ha sido una obra parcial, de aquellos que saben qué cosas hay que saber. Sin embargo, pocas veces nos hemos preguntado lo que la gente quiere saber, y hasta qué punto la sociedad de hoy provoca curiosidad o necesidad de conocimientos. Los museos no están obligados por programas oficiales, y nosotros, ingenuamente, hemos querido hacer esas preguntas. Es un primer paso, pequeño, de un camino que quizás valga la pena recorrer. En la primera parte del texto se realiza un somero repaso de la «solución académica» y, en concreto, de las claves que han conformado y conforman el diseño de los programas de ciencia en la enseñanza reglada. En la segunda, se relatan experiencias y actividades realizadas en los Museos Científicos Coruñeses ( $=mc^2$ ), tanto para conocer las preguntas que se plantea la gente en situaciones concretas, como para ayudar en la búsqueda de respuestas. En estos trabajos han intervenido los técnicos de los museos, en particular Francisco Armesto, Patricia Barciela, Susana Pérez Castelo, Marcos Pérez Maldonado, Juan Carlos Medal, Manuel Miramontes, Francisco Franco del Amo y Antonio Pérez Cribeiro.

## La educación científica

Hemos de aceptar en principio que el equilibrio cultural de una persona con su entorno natural y tecnológico depende de la adquisición de una serie de conocimientos, destrezas, hábitos y conductas. El conjunto de éstos, evidentemente, varía de una sociedad a otra y también con el paso del tiempo. Lo que merece nuestra atención es que a comienzos del siglo XXI, más que nunca, el componente científico y técnico de la educación ha de tener un peso importante, a la vez que, como siempre, ese saber científico debe estar perfectamente contextualizado, de manera que se convierta en relevante para cada persona.

De acuerdo con ello, el objetivo más general —e importante— de una educación científica sería conseguir que la persona se encuentre cómoda (en equilibrio) con su entorno. Eso significa que no ha de temer, que no ha de sentirse víctima, ni amenazada, por las máquinas, los inventos, los nuevos productos, los descubrimientos o las nuevas ideas. También, que no puede ignorar las consecuencias de la actuación humana, individual y colectiva, sobre el medio. Todo ello implica el conocer los frutos de la ciencia, tanto los productos de la técnica como el sistema y el método que los hacen posibles, en grado adecuado para generar un sentimiento de control: «tengo conocimiento suficiente sobre el riesgo inherente a este cambio.»

Conviene ahora recordar, aunque no sea lugar ni momento para extenderse en exceso, las circunstancias del papel asignado a la escuela en la educación científica. Desde que apareció la idea de democratización de la cultura hasta hace unos pocos decenios los programas escolares se redactaban con un patrón enciclopédico. El paradigma partía de la idea de que el conocimiento humano es destilable y, por tanto, era posible elaborar un extracto básico —la enciclopedia— susceptible de ser administrado a todas las personas en su infancia y adolescencia, y que esa base podía servir de asiento a todos los saberes que se necesitasen en el futuro. Se decía que la finalidad de la escuela era «prepararnos para la vida», y en ella se nos transfería, más o menos oficialmente, el patrimonio cultural de la humanidad, concebido éste como un conjunto de conocimientos. Evidentemente, aquella preparación había de incluir también la formación básica para un

ejercicio profesional, y para la producción científica y cultural en general. En síntesis, ése era el paradigma de la educación.

La estructura curricular, por otra parte, implicó una segregación en asignaturas, lo que a veces facilitaba la participación en la docencia de especialistas en las diferentes áreas, pero simultáneamente llevó en muchos casos a una auténtica desnaturalización de la cultura, con lo que gran parte de los conocimientos científicos adquiridos en la enseñanza reglada resultaban absolutamente irrelevantes (inservibles e inútiles por inconexos) para la vida de las personas. Casi cualquiera podía recitar de memoria los planetas del Sistema Solar e incluso dibujar sus órbitas para representar un modelo heliocéntrico, pero muy pocos eran capaces de señalar un planeta —que no fuese la Tierra— en la negrura de la noche, y por desgracia algunos seguían consultando los horóscopos como si los planetas continuasen siendo dioses.

No existió gran preocupación por cambiar ese paradigma mientras las consecuencias eran padecidas y resueltas —con mayor o menor eficacia— a nivel individual. Pero durante el pasado siglo comenzaron a aparecer movimientos críticos hacia el diseño educativo. De todos ellos merecen nuestra atención los relativos a la enseñanza de las ciencias. La primera «señal de alarma» surgió en el mundo occidental por un acontecimiento concreto. En la pequeña historia de la didáctica de las ciencias suele citarse como una oportunidad para el cambio de paradigma el lanzamiento del Sputnik, en 1954, por parte de la Unión Soviética. La convulsión que la noticia originó, sobre todo en los Estados Unidos, llevó a un replanteamiento de los esquemas que habían conformado la educación científica en las escuelas.

En los años 60 comenzaron a aparecer, auspiciados por distintas universidades e instituciones, numerosos programas que ofrecían enfoques novedosos. Entre ellos cabe destacar cuatro, destinados a la enseñanza elemental: 1) el SCIS (Science Curriculum Improvement Study), promovido por la Universidad de California en Berkeley, que se basaba en las ideas de Piaget para defender un aprendizaje por descubrimiento y se armaba sobre unos pocos conceptos científicos; 2) el SAPA (Science- A Process Approach), auspiciado por la AAAS (American Association for the Advancement of Science), que era un enfoque basado en un aprendizaje de procesos planificado de forma progresiva y jerárquica; 3) el ESS (Elementary Science Study), promovido por EDC, una institución privada (Education Development

Center), quizás el programa más abierto y menos estructurado de todos ellos, que planteaba el aprendizaje por descubrimiento a partir de situaciones experimentales con determinados sistemas físicos y biológicos. Tanto o más que los conocimientos concretos que pudieran derivarse de las experiencias, se trataba de conseguir, a partir del trabajo que los alumnos hacían en contacto con la ciencia, motivación, curiosidad, interés, implicación personal y diversión. El cuarto de esos programas, COPES (Conceptually Oriented Program in Elementary Science) fue producido por la New York University, y se basaba en afirmar que la ciencia puede enseñarse, sin traicionar sus principios, a los niños pequeños, y en que la mejor manera de aprender ciencia es haciendo ciencia.

También nacieron muchos otros programas y cursos de enseñanza de las ciencias a nivel de Bachillerato, como el HPP (Harvard Project Physics), el BSCS (Biological Sciences Curriculum Study) o el PSSC (Physical Science Study Committee). Estos dos últimos son quizás más conocidos en España, pues sus textos fueron traducidos y editados en castellano. Eso no sucedió nunca con los de nivel elemental, porque nuestro país no dio nunca la importancia debida a la enseñanza de las ciencias en esas edades infantiles. Todavía no hemos comprendido que el objetivo, públicamente proclamado, de una cultura científica para todos comienza por esas primeras experiencias. Son vivencias que ayudan a establecer una base que no tiene como finalidad última el preparar científicos, sino ciudadanos capaces de enfrentarse al impacto social, político y económico que se produce con el avance científico y técnico.

Si me he detenido anteriormente a citar las características principales de aquellos programas fue para resaltar que en ellos estaban las claves que hoy reconocemos fundamentales en la educación científica: aprendizaje por descubrimiento, la ciencia como modo de pensar, conocimiento de procesos, desarrollo de actitudes. La mayor parte de las definiciones de educación <sup>1</sup> científica

---

<sup>1</sup> En este punto resulta conveniente realizar una precisión de lenguaje. Aunque la palabra «educación» tiene varias acepciones en el diccionario, en este trabajo generalmente se utiliza el término, de acuerdo con la raíz «educere» (sacar afuera, criar), para expresar algo que nace del individuo: la respuesta que cada persona elabora para readaptar su propio esquema mental —de conceptos, conductas, habilidades, valores— ante una nueva experiencia. La palabra «enseñanza» se aplica en el sentido de algo que se le facilita a la persona como modelo o patrón de respuesta. Tanto la educación como la enseñanza llevan a aprendizajes.

que hoy nos encontramos insisten mucho más en experimentar los procesos de la ciencia que en aprender una determinada parcela de conocimiento. Un programa educativo ya no es simplemente el índice de una enciclopedia.

He citado unas cuantas iniciativas de cambio en el enfoque de enseñanza de las ciencias en Estados Unidos. No sería justo ignorar que la más amplia, ambiciosa y reciente de todas es el Project 2061 (Science for All Americans), de la AAAS, que ha tenido en cuenta no sólo aspectos científicos, didácticos y pedagógicos, sino también otros sociales, económicos y culturales. Al mismo tiempo, en Europa han existido también algunos otros proyectos para el cambio, entre los que cabe destacar los promovidos por la Nuffield Foundation en el Reino Unido. Citadas ya las iniciativas de mayor repercusión, es importante destacar que en ningún país del mundo existe todavía una experiencia de cambio curricular con el impacto y continuidad suficiente para poder evaluar resultados.

Independientemente de los intentos realizados y de la historia, existe una insatisfacción con los resultados de la educación científica alcanzada en la enseñanza reglada. Curiosamente, la denuncia concreta no se refiere muchas veces al enfoque, sino a carencias difusas en el ámbito de conocimientos. Los ciudadanos perciben que el esfuerzo realizado durante su infancia y adolescencia no se corresponde con las demandas que plantea la vida, sometida a continuos cambios provocados por las novedades científicas y técnicas. Por ello son muchos los expertos que ponen el énfasis en la idea de educación permanente idea, por otra parte, bastante obvia, por cuanto es imposible que una persona viva sin aprender.

## **El encuentro con la vida**

Tras la escuela, llega la vida. El mundo nos enseña, más o menos de repente, que ya los problemas no tienen enunciados concretos, que los datos necesarios no siempre son asequibles, que no existe una fórmula para resolverlos, quizás que no tienen una respuesta única y que —desgraciadamente— no hay un profesor, experto o maestro que nos diga si nuestra solución es o no la correcta.

Es decir, que la carencia que sentimos al tratar de utilizar lo aprendido como herramienta no es sólo de conocimientos puntuales, sino que atañe a la comprensión misma de la naturaleza de la ciencia, a la estructura de su elaboración y a su contexto cultural e histórico. También de sus aplicaciones técnicas, la penetración de éstas en el mercado y de la definición del riesgo que ello pueda implicar, de la comunicación científica pública que se necesita y de la capacidad, credibilidad y autoridad de las instituciones y los expertos para facilitarla. Un ejemplo de situación que sirvió para demostrar la insuficiencia de la educación científica de la población lo facilitó, hace algo más de un año, una noticia que desencadenó opiniones recelosas y temores ante la creciente presencia de antenas de telefonía móvil. Según reconocía el informe que realizó un Comité de Expertos a instancias del Ministerio de Sanidad y Consumo, los ciudadanos habían mostrado «una creciente preocupación por la incidencia que pudiera tener en la salud la exposición voluntaria o inconsciente a campos electromagnéticos» y demandaban «información objetiva, clara y transparente a las diferentes administraciones públicas». El problema no era nuevo, ni exclusivo de nuestro país. Oficialmente, y en el entorno que nos incumbe, ya en julio de 1999 el Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea planteaba a los Estados Miembros una serie de medidas entre las que se incluía «proporcionar al público información en un formato adecuado sobre los efectos de los campos electromagnéticos y las medidas para prevenirlos». En esa línea, el Comité de Expertos español, en el citado informe al Ministerio con fecha de mayo de 2001, recomendaba concretamente, entre otras cosas, «promover una campaña informativa que explique a los ciudadanos —en un formato fácilmente comprensible— los conocimientos actuales acerca de los efectos de las radiofrecuencias en la salud».

Este ejemplo nos ha servido para señalar un momento en que los ciudadanos expresan colectivamente su demanda de información. Son situaciones excepcionales. Lo habitual es que cada persona se las vaya arreglando como pueda, resolviendo con aprendizajes los desequilibrios que le provocan las novedades del entorno y sus propias inquietudes.

## La vida como aprendizaje

Puede que sea discutible, pero hoy creo que la tarea de educar consiste simplemente en provocar que la gente piense. En ese sentido, es innegable que la vida nos ofrece continuamente oportunidades educativas. Las personas aprenden ciencia en situaciones, momentos, y por caminos muy diferentes. Un aficionado a las setas sabe muchas cosas sobre la ciencia relacionada con los ecosistemas donde se encuentran y de la misma manera, podemos decir que cualquier persona con afición o trabajo de contenido científico —desde coleccionistas de fósiles a cocineras, pasando por pescadores de río, forofos de la jardinería, moteros, hackers, amantes de orquídeas o astrónomos amateurs— terminan sabiendo mucha ciencia práctica en relación con su ocupación favorita. No es más que un ejemplo, pues además de las exigidas u ofrecidas por las aficiones son muchas las circunstancias y los tiempos que las personas invierten en aprender ciencia. En un análisis realizado hemos llegado a resumir las situaciones o motivos que nos llevan a aprender ciencia en las categorías recogidas en el recuadro que sigue, y que se comentan en el Anexo I.

### Motivos que nos llevan a aprender ciencia

- |              |                |
|--------------|----------------|
| — Salud      | — Trabajo      |
| — Seguridad  | — Solidaridad  |
| — Curiosidad | — Satisfacción |
| — Utilidad   | — Azar         |
| — Diversión  | — Escuela      |

En general, podemos decir que el detonante que provoca las situaciones de aprendizaje —es decir, el «educador»— para una persona puede residir en tres centros: 1) el propio individuo, cuando revisa su experiencia, 2) su entorno personal y directo, es decir las personas con las que se relaciona y 3) el entorno común e indirecto, destacando sobre todo los medios de comunicación. Evidentemente, los dos primeros «educadores» tienen un componente particular que a efectos

de estudio sólo admite tratamiento estadístico, aunque existan pautas que dependen de la cultura, la edad, el hábitat, la economía familiar y otras circunstancias.

En el tercer apartado, referente a los medios de comunicación como estímulos de situaciones de aprendizaje, es donde se centran las experiencias realizadas en los Museos Científicos Coruñeses, y que se concretan en tratar de avanzar en algunas cuestiones: ¿qué preguntas concretas se plantean los ciudadanos cuando perciben una situación de riesgo o incomodidad en los medios de comunicación?, ¿qué conocimientos demandan esas preguntas?, ¿qué puede hacerse para ayudar en esas situaciones?, ¿qué temas relacionados con la ciencia son más frecuentes en los medios de comunicación? Esas fueron las preguntas que configuraron el marco para las actividades que a continuación se detallan.

## **Experiencias en mc<sup>2</sup> (Museos Científicos Coruñeses)**

La primera actividad se llevó a cabo con motivo de la crisis de las vacas locas. El 26 de noviembre de 2000 aparecía la noticia en los periódicos con titulares como los siguientes:

### **Los ganaderos gallegos, desolados por los casos de «vacas locas»**

#### **La enfermedad bovina alcanza España**

*La aparición del primer caso español confirmado de encefalopatía espongiforme bovina (EEB) el llamado mal de las «vacas locas», ha originado preocupación entre los consumidores que se han lanzado a la búsqueda de alimentos sustitutivos de la ternera, a pesar de los avisos de ganaderos, carniceros y de todas las administraciones que insisten en que no hay problema.*

Pronto la noticia generó inquietud en toda España, mientras los medios de comunicación iban desarrollando artículos y reportajes relacionados con el asunto. El caso resultaba particularmente alar-



mante en Galicia, una región donde se consume ampliamente la carne de ternera y donde son muchas las personas implicadas en la explotación de la ganadería de vacuno.

El día 13 de diciembre de 2000 se instaló una terminal telefónica para recoger preguntas de la población sobre el tema. La nota de prensa fue recogida por algunos periódicos regionales, que facilitaban el número al que se debería llamar, la explicación de que serviría no para responderlas en el momento, sino «para pulsar el estado de curiosidad y preocupación ciudadana sobre la cuestión», y que las preguntas que se recogiesen en la cinta podrían más adelante servir de base a conferencias, actividades o exposiciones en la Domus, o Casa del Hombre, uno de los tres museos científicos municipales. El conjunto de las recibidas en una semana daba testimonio de la existencia de inquietud entre los ciudadanos y de necesidad de información. Se recibieron en total 285 llamadas que registraban 304 preguntas o intervenciones. Había 12 llamadas con preguntas sobre otros temas. Las preguntas recibidas se pueden agrupar en los temas que recoge el recuadro.

### **Tipos de preguntas recogidas sobre el tema de vacas locas**

(Ver más detalle en el Anexo II).

- Sobre los alimentos (106 preguntas)
- Sobre la enfermedad de las vacas (64 preguntas)
- Sobre los priones (15 preguntas)
- Sobre el contagio a humanos (18 preguntas)
- Sobre la enfermedad en otros animales (67 preguntas)
- Sobre política y control alimentario (22 preguntas)
- Preguntas filosóficas (5 preguntas)
- Protestas (7)

Como primera medida de respuesta a las preguntas recogidas se organizó en la Domus un ciclo de conferencias a cargo de distintos expertos en el tema, cuyo detalle se recoge en el recuadro.

Se reservaron 80 plazas del aforo de la sala para estudiantes de la Universidad de La Coruña, que realizaban matrícula previa y obte-

nían dos créditos. El resto de asistentes variaba según las conferencias y constituía un público heterogéneo, donde predominaban los profesionales con formación universitaria, y entre ellos, los titulados veterinarios. El total de personas asistentes a las conferencias fue de 2.800 personas. Los conferenciantes fueron consultados sobre los temas planteados en las llamadas telefónicas que se habían recogido.

## I Jornadas de Actualidad Científica

### Priones y encefalopatías espongiformes

- *Conferencia previa: 18 de diciembre 2000:*  
«Lo que sabemos sobre las vacas locas». *Juan José Badiola*
- *1 de marzo, 2001*  
«Proteínas malformadas y vacas locas». *Ruth Gabizon*
- *8 de marzo, 2001*  
«Enfermedades causadas por priones en seres humanos». *Juan José Zarranz.*
- *15 de marzo, 2001*  
«Encefalopatía espongiforme bovina. ¿Qué queda por saber?»  
*Enrique González.*
- *22 de marzo, 2001*  
«Los priones y su naturaleza: el camino a la detección y eliminación». *María Gasset.*
- *29 de marzo, 2001*  
«Priones: ¿rompiendo el dogma de la biología molecular?»  
*Jordi García Fernández.*
- *5 de abril, 2001*  
«Epidemiología de las encefalopatías espongiformes». *Jesús De Pedro Cuesta.*
- *19 de abril, 2001*  
«Avances en la investigación sobre encefalopatías transmisibles». *José M. Sanchez—Vizcaíno*

— 26 de abril, 2001

Encefalopatías espongiiformes en humanos: brotes epidemiológicos». *Alberto Portera*.

— 3 de mayo, 2001

Puesta en común. *Josefina Méndez Felpeto y Patricia Barciela*.

El conjunto de preguntas obtenidas fue analizado en función de los contenidos que implicaban, haciendo agrupaciones de modo que pudieran resolverse con un mismo enunciado varias de las cuestiones planteadas. Se procuraba en cualquier caso mantener el estilo de formulación de preguntas propio de los planteamientos y nivel de las personas que habían telefoneado. Con las respuestas a las preguntas más relevantes se elaboró un tríptico de diseño que quería resultar atractivo —ilustrado con fotografías, dibujos y gráficos— y del cual se efectuó una tirada de 200.000 ejemplares, que fue distribuido gratuitamente un domingo con los periódicos que se editan en La Coruña (La Voz de Galicia, El Ideal Gallego, La Opinión), y también a los visitantes de los museos científicos. La relación de preguntas respondidas se recoge en el Anexo III.

A comienzos de 2002 se volvió a repetir en España una situación de alarma social. En esta ocasión se había desatado a partir de una noticia sobre la aparición de casos de cáncer en alumnos de un colegio de Valladolid, ante lo que surgió la hipótesis de relacionarlos con la proximidad de antenas de telefonía móvil. De nuevo surgían por doquier las opiniones, las acusaciones, las manifestaciones,... y la falta de información. El día 27 de enero se insertaba en los principales periódicos de Galicia un anuncio en el que se comunicaba:

«Si tiene dudas o preguntas acerca de los efectos de las antenas de telefonía móvil y las radiaciones en general sobre la salud, llame al teléfono 981 189 838 o envíe un correo electrónico a la dirección: mc2responde@casaciencias.org. Las preguntas servirán de base para las exposiciones que tendrán lugar en la Casa de las Ciencias y para la elaboración de un documento sobre el tema».

De nuevo, las llamadas fueron muy numerosas, si bien en este caso abundaban las preguntas con referencias concretas, o bien las afirmaciones sobre datos y efectos de alguna antena determinada, que estaba «cerca de su casa». Había antenas que hacían «tintineos»,

«ruidos secos», que daban dolores de cabeza, provocaban insomnios, «tumores cerebrales»... aunque otras personas declaraban más genéricamente que «estoy muy preocupada y me afecta físicamente». Es de destacar que más de la mitad de las intervenciones decían «radiactividad» donde seguramente querían decir radiación. En lo que se refiere a preguntas propiamente dichas, los temas de mayor incidencia fueron los siguientes:

### **Efectos de las radiaciones**

¿Pueden ser causa de...?

- Insomnio
- Dolor de cabeza
- Impotencia
- Nerviosismo
- Depresión
- «Daños biológicos»

### **Grupos de riesgo**

- ¿Afectan más a niños, ancianos,...?
- ¿Afectan a los animales?

### **Antenas e Instalaciones**

- ¿Qué tipos de antenas hay?
- ¿Me puede afectar la antena del coche?
- ¿Afecta la antena del barco?
- ¿También afectan las bases inalámbricas?
- ¿Pueden alejarse de las ciudades?

### **Radiaciones y ondas**

- ¿Cómo se miden?
- ¿En qué se diferencian?
- ¿Cómo se pueden parar?
- ¿Son iguales a los rayos X?
- ¿Es lo mismo intensidad que energía?
- ¿A qué distancia no hacen efecto?
- Los teléfonos móviles ¿emiten?
- ¿Qué son las radiaciones ionizantes?

**Otras**

- ¿Me pueden explicar el tema ese de la radiactividad?
- ¿Quién da las licencias de las antenas? ¿Quién marca los límites de exposición?
- Sobre hornos de microondas, pantallas de televisión, cables de alta tensión...
- Sobre el uso del móvil en aviones

Como en la anterior ocasión, se organizó un ciclo de conferencias en el que se trataron los siguientes temas:

- «¿Qué son las radiaciones electromagnéticas?», por Antonio Hernando
- «Efectos de las radiaciones sobre los seres vivos», por Juan Represa
- «Recomendaciones y legislación sobre antenas de telefonía móvil», por Adrián Nogales Escudero

Con la asistencia de los conferenciantes, y considerando también las preguntas planteadas por el público en los coloquios, los técnicos de la Casa de las Ciencias redactaron las respuestas, teniendo en este caso la precaución de no utilizar en las mismas las definiciones conceptuales que van ligadas a una teoría, que normalmente es desconocida por el gran público, como sería definir las ondas electromagnéticas o su frecuencia basándose en la idea de campo. Con esas respuestas se elaboró un tríptico, del que se distribuyeron 200.000 ejemplares de forma similar al caso anterior. El detalle de las preguntas se relaciona en el Anexo IV.

El proceso conoció una tercera versión en noviembre de 2002 como consecuencia de la marea negra provocada en Galicia por el hundimiento del petrolero «Prestige». Las preguntas respondidas en este caso se recogen en el Anexo V.

## **Análisis del entorno educativo indirecto. Palabras de ciencia en los medios de comunicación**

Conscientes de que los medios de comunicación son en muchos casos los desencadenantes de la curiosidad —y en su caso de la inquietud o preocupación— hacia temas de actualidad, de un modo paralelo comenzó a estudiarse cuáles son los temas relacionados con la ciencia que más aparecen en los diarios. Durante los seis primeros meses del año 2002, un equipo de los Museos Científicos Coruñeses revisó exhaustivamente una selección de periódicos locales y nacionales en busca de conceptos relacionados con la ciencia que, por no ser habituales o recientes, creíamos que podían tener un significado poco conocido por la mayoría de los ciudadanos. Son las «palabras de la ciencia», los términos que cualquier ciudadano debería manejar para comprender la actualidad científica.

En esta primera toma de muestra se han utilizado exclusivamente los titulares, antetítulos y pies de foto. Se partió de las ediciones en Internet de *La Voz de Galicia*, *El País*, *ABC* y *El Mundo*. Los términos científicos más repetidos se recogen en el cuadro, por orden de frecuencia decreciente.

Al repasar esa lista nos encontramos con que entre los diez primeros no llegan a la mitad los conceptos que aparecen recogidos en los planes de estudio de la actual enseñanza obligatoria. Ello quiere decir que para saber qué es la Internet, el éxtasis, la clonación, el SIDA o las células madre, los ciudadanos han de recurrir normalmente a otras fuentes, como los propios medios de comunicación, los textos de divulgación científica en cualquiera de sus formas, y también acudiendo a los nuevos museos de ciencia, que comienzan a ofrecer exposiciones, publicaciones y actividades sobre esos temas de actualidad. Cada vez cobran mayor importancia las ofertas de educación informal (enseñanza no reglada) en las que la información se presenta de forma atractiva, comprensible y contextualizada social y culturalmente.

## Palabras científicas más frecuentes en los titulares de diarios durante el primer semestre de 2002

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 1. Internet      | 11. Protocolo de Kioto |
| 2. Cáncer        | 12. Satélite           |
| 3. Éxtasis       | 13. Trasplante         |
| 4. Nuclear       | 14. Toxina             |
| 5. Sida          | 15. Fuente de energía  |
| 6. Célula madre  | 16. Petróleo           |
| 7. Clonación     | 17. Terremoto          |
| 8. Contaminación | 18. Telescopio         |
| 9. Gen           | 19. Alzheimer          |
| 10. Embrión      | 20. Planeta            |

El proyecto de los Museos Científicos Coruñeses contempla la idea de repetir el muestreo en los primeros semestres de años sucesivos. De esa manera se confía en poder analizar también la continuidad de algunos términos en la actualidad, la evolución o asentamiento de su significado, las apariciones esporádicas, coyunturales o temporales de palabras concretas, las agrupaciones temáticas de algunos términos, las conexiones de los mismos con la enseñanza impartida en los colegios y las posibles comparaciones de los resultados con los obtenidos en los periódicos de otros países o regiones. A partir de esos resultados se realizarán las siguientes actividades:

### 1. Exposición: «Palabras de la ciencia»

La Casa de las Ciencias dedicará una de sus plantas (200 m<sup>2</sup>) a una exposición sobre el tema. Los veinte conceptos científicos con mayor presencia en los medios durante el año anterior se explicarán a través de módulos interactivos, que con un tratamiento directo e interdisciplinar acercarán a un público no especializado las claves para comprender el significado y las implicaciones que esconden estas palabras.

### 2. Diccionario provisional

Un «Diccionario de Actualidad Científica» ha de recoger y explicar una lista más amplia de los conceptos que van apareciendo y con-

figuran la actualidad tecnocientífica. Incorporará definiciones operacionales, procurando siempre un lenguaje no especialista y tratará de presentar los conceptos en su contexto social y cultural.

### 3. Otras actividades

Artículos, intervenciones en los medios de comunicación, conferencias, presentaciones en foros especializados y todas aquellas actividades que permitan dar mayor proyección a los resultados y materiales generados en este proyecto.

## Anexo I. ¿Por qué aprendemos ciencia?

(Fragmento de un artículo del autor publicado en el periódico El País, el día 30 de octubre de 2002)

Un análisis de los motivos que de hecho pueden llevar a conocimientos científicos nos llevaría a incluir los siguientes:

### 1. Salud

Las enfermedades propias y las de nuestros familiares nos hacen aprender muchas cosas sobre nuestro cuerpo. Quizás la preocupación por la salud sea el principal motivo por el que adquirimos conocimientos de ciencia. Así aprendimos —por ejemplo— dónde estaba el mediastino, algunas claves del metabolismo, los mecanismos que llevan a la migraña, los tipos de hepatitis o las causas del herpes.

### 2. Seguridad

La preocupación por la integridad se manifiesta también en una actitud de alerta ante posibles agresiones del entorno. La búsqueda de seguridad es otro de los móviles que nos llevan a conocer nuestro mundo. Los efectos del éxtasis, los residuos nucleares, las crecidas de los ríos, las vacas locas o las antenas de telefonía móvil son ejemplos de temas que despertaron interés general.

### 3. Utilidad

Hay conocimientos que adquirimos al usar los nuevos productos y aparatos que irrumpen en el mercado. La utilidad de cremas protecto-



ras de la radiación solar, el consumo de Norlevo o de Viagra, el manejo de instrumentos (horno de microondas, lector de DVD, televisión interactiva) o el uso de leche desnatada pueden ser algunos ejemplos.

#### 4. Curiosidad

¿Por qué se mueve el Sol? ¿De dónde vienen los niños? ¿Dónde se mete el agua cuando baja la marea? ¿Qué comen las ranas? Desde muy pequeños descubrimos el mundo a fuerza de preguntas y buscando un modo de trasladarlas a quien corresponda. Algunos saben interrogar a la naturaleza y al entorno en general, a los libros o a los maestros.

#### 5. Diversión

En una sociedad en la que el ocio es cada vez más importante, nos podemos encontrar con aficionados que saben tanto como los profesionales. Los deportes, las actividades en contacto con la naturaleza (recogida de setas, astronomía amateur,...) o las basadas en tecnología (informática, fotografía, maquetismo,...), nos conducen a aprender anatomía, meteorología, electrónica o química.

#### 6. Trabajo

Los jardineros municipales han accedido al puesto sin titulaciones específicas. Tras unos años en el oficio acumulan una gran cantidad de conocimientos de botánica, fruto de la experiencia y de las conversaciones con colegas. Conocen los nombres de las plantas —también el científico—, su ciclo biológico y los parásitos que las amenazan. Lo han aprendido tanto por obligación como por devoción.

#### 7. Solidaridad

Puede que no tengamos curiosidad sobre el tema, que nadie nos obligue a saberlo ni que nos sintamos personalmente amenazados, pero un sentido de responsabilidad colectiva hace que nos enteremos, por ejemplo, de la importancia de algunas cuestiones ecológicas: el efecto invernadero, la biodiversidad, el cambio climático, la deforestación, las plagas urbanas...

#### 8. Satisfacción

El placer del conocimiento representa un «feed-back» positivo para la cultura. Disfrutamos al encontrar nuevas relaciones, mezclan-

do lo fundamental y lo anecdótico. Así llegamos a saber el apellido de la cantante que por sus exuberancias dio nombre a la oveja Dolly, la relación de Borodin con la química y de Darwin con los percebes. Es el viaje que lleva de Umberto Eco a Léon Foucault o a la navaja de Occam.

### 9. Azar

Realmente no existía motivo alguno para haber charlado aquel día sobre los cometas. Fue una casualidad que estuviera en la sala de espera aquella chica que sabía tanto de la vuelta del Halley, el tamaño del Sistema Solar y todo eso.

### 10. Escuela

También, por supuesto, hay aprendizajes «por obligación». Teóricamente, en el aula debimos de adquirir los conocimientos, hábitos y actitudes que permitiesen acomodarnos en cada momento de la vida a la realidad cambiante de nuestro entorno. El curriculum escolar nos facilita conocimientos científicos que fueron considerados como fundamentales. Algunos de ellos, hasta son útiles.

## **Anexo II. Preguntas recogidas sobre vacas locas (estadística de llamadas recibidas entre el 13 y el 18 de diciembre de 2002)**

Se recibieron en total 285 llamadas que registraban 304 preguntas o intervenciones. Había también 12 llamadas con preguntas sobre otros temas.

### **1) Sobre los alimentos (106 preguntas)**

¿Puede tomarse...?

- Leche (35 preguntas)
- Quesos (de tetilla, frescos,...) y derivados lácteos, como yogures (17 preguntas)
- Carne de vaca (lomo, bistec,...)
- Carne de toro de lidia
- Carne de ternera

- Huesos para consomé
- «Ossobuco»
- Rabo de toro
- Callos
- Chuletas
- Carne picada
- Sesos (tortilla Sacromonte)
- Lengua de ternera
- Alimentos preparados (albóndigas, raviolis, hamburguesas, salchichas, embutidos,...)
- Comidas infantiles. ¿De dónde viene la carne que utilizan para los potitos infantiles?
- Extractos de carne y similares (Bovril, avecrem,...)
- Las hamburguesas de McDonalds
- Tripas. ¿Se usan para chorizos las tripas de vacuno?

## **2) Sobre la enfermedad de las vacas**

### **(64 preguntas)**

- ¿A qué edad la pueden desarrollar? (18 preguntas)
- ¿Por qué, si la ternera es peligrosa a los 30 meses no lo es a los 12, o antes?
- Test de la enfermedad (7 preguntas)
- ¿Se puede conocer si tiene la enfermedad antes de sacrificar el animal?
- Si no es contagioso, ¿por qué se sacrifica a todas las reses compañeras? (8 preguntas)
- ¿Cuáles son los síntomas de la enfermedad?
- ¿Pueden tener la enfermedad reses menores de un año?
- Prevención: ¿cómo puedo proteger a mis vacas?
- ¿Se hereda de las madres o del semen?
- ¿Se pueden utilizar en ganadería unidades de semen importado de Europa?

## **3) Sobre los priones (15 preguntas)**

- ¿Qué son los priones?
- ¿Cómo se forman?
- ¿Cómo se reproducen?
- ¿Cómo se pueden destruir?

- ¿Se transmiten genéticamente?
- ¿Puede haber priones en un embrión?
- ¿Se pueden pasar los priones a los vegetales a través del estiércol?

**4) Sobre el contagio a humanos (18 preguntas)**

- ¿Tienen mayor riesgo los ancianos?
- ¿Tienen riesgo las personas que manipulan animales muertos?
- ¿Se pueden contagiar los ríos, los terrenos y los pastos por enterrar un animal enfermo?
- ¿Se puede contagiar a través de cremas, barras de labios?
- ¿Puede una vaca de 20 meses transmitirnos la enfermedad?

**5) Sobre la enfermedad en otros animales  
(67 preguntas)**

¿Pueden contraerla otros animales que comen el mismo pienso?  
(23 preguntas)

¿Se puede contagiar a...? (44 preguntas)

- Perros
- Gatos
- Conejos
- Pollos
- Cerdos
- Peces de piscifactorías
- Comidas para gatos
- Piensos para perros
- Jabalí de caza
- Otros animales (caballos, ovejas, cabras, pavos, pichones,...)

**6) Sobre política y control alimentario  
(22 preguntas)**

- Controles de la carne
- ¿Qué garantías ofrece la carne a la venta en carnicerías?
- Controles de las etiquetas
- Denominaciones de origen
- ¿Qué garantiza la marca «Ternera gallega»?

- Controles de los mataderos
- Control de la cabaña

### 7) Preguntas «filosóficas» (5 preguntas)

- ¿No es antinatural convertir en caníbal a un animal herbívoro? (4 preguntas)
- La locura: ¿están de verdad locas las vacas locas?

### 8) Protestas (7 llamadas)

- Sobre falta de información
- Sobre manipulación de los medios de comunicación
- ¿Por qué se ensaña la prensa con el sector cárnico?
- Sobre posibles intereses económicos del escándalo
- Sobre la importación de carne francesa
- Sobre la falta de confianza en los políticos y los gobernantes
- Contra «un señor de la Xunta que trajo vacas ilegales y ahora se tira de las orejas»
- «Pensamos sólo en el tema de las vacas locas pero hay muchos otros temas graves de sanidad animal»

## Anexo III. Vacas locas. Preguntas agrupadas para su respuesta en el tríptico

1. ¿Cómo se infectan las vacas?
2. ¿Por qué las vacas enfermas son las más viejas?
3. ¿Se puede diagnosticar la enfermedad en las vacas vivas?
4. ¿Es una enfermedad nueva la encefalopatía espongiforme bovina?
5. ¿Cómo surgió el mal de las vacas locas?
6. ¿Qué animales están libres de contagio?
7. ¿Por qué se dice que estas enfermedades son raras?
8. ¿Qué son los priones?

9. ¿Por qué estas enfermedades pueden pasar de una a otra especie?
10. ¿Por qué es necesario incinerar los cadáveres y restos de animales enfermos así como los piensos contaminados?
11. ¿Podemos contagiarnos de la carne de cordero?
12. ¿Cómo se contagian las personas?
13. ¿Cuándo se contagiaron personas por primera vez?
14. ¿Cuáles son los síntomas?
15. ¿Estamos todos expuestos?
16. ¿Qué partes de la vaca son peligrosas?
17. ¿Cómo influye la edad en la comestibilidad de la carne?
18. ¿Qué otros productos tienen riesgo?
19. ¿Cuándo apareció la enfermedad?

#### **Anexo IV. Antenas y salud. Preguntas agrupadas para su respuesta en el tríptico**

1. ¿Qué diferencias hay entre las distintas ondas y radiaciones?
2. ¿Qué es la frecuencia de una radiación?
3. ¿Qué es la intensidad de una radiación?
4. ¿Qué diferencias hay entre radiaciones ionizantes y no ionizantes?
5. ¿Es peligrosa la radiación electromagnética?
6. ¿Cuáles son los efectos de las microondas sobre los seres vivos?
7. ¿Pueden las antenas alterar el sueño o provocar dolores de cabeza?
8. ¿Interfieren los teléfonos móviles con otros aparatos?
9. ¿Qué riesgo tiene utilizar un teléfono móvil?
10. ¿Qué radiaciones puede haber en las viviendas? ¿Existen pantallas para evitarlas?
11. ¿Son seguros los hornos de microondas?
12. ¿Es más seguro alejar las antenas de los núcleos de población?
13. ¿Qué radiación reciben los inquilinos de una casa con antenas en la azotea?
14. ¿Emiten las antenas de telefonía siempre la misma energía?

15. ¿Por qué a veces hacen ruido las antenas?
16. ¿Hay muchos tipos de antenas?
17. ¿Son peligrosos los cables de alta tensión?
18. ¿Son más sensibles los niños a las emisiones de microondas?
19. ¿Seguirán aumentando las emisiones?
20. ¿Por qué algunos países han rebajado los límites de exposición?

### **Anexo V. Mareas negras. Preguntas agrupadas para su respuesta en el tríptico**

1. ¿Qué diferencias hay entre el petróleo y el fuel?
2. ¿Cuánto tiempo tarda en recuperarse una zona afectada por una marea negra?
3. ¿Se degradan estos vertidos de forma natural?
4. ¿Por qué mueren los organismos afectados por una marea negra?
5. ¿Qué significa el contenido de azufre de un vertido?
6. ¿Puede disolverse el fuel o llegar a los fondos marinos?
7. ¿De qué depende que los vertidos lleguen a la costa?
8. ¿Puede llegar a nuestras costas el contenido hundido del Prestige?
9. ¿Se pueden repoblar las costas de percebes?
10. ¿Qué peces del mercado son los más afectados?
11. ¿Qué se hace con los vertidos que se recogen en el mar y las playas?
12. ¿Es peligroso tocar el vertido?
13. ¿Qué nos puede pasar si consumimos animales de las zonas afectadas?
14. ¿Por qué no escapan las aves de la marea negra?
15. ¿Se extinguirá alguna de las especies afectadas por la marea negra?
16. ¿Cómo puede afectar el vertido al Aquarium Finisterrae?
17. ¿Pueden morir los mejillones de una batea?
18. ¿Qué seres vivos sufren más los efectos de una marea negra?
19. ¿Por qué suceden tantos accidentes en las costas gallegas?





# Los museos tradicionales en la era de la sociedad del conocimiento

*Carme Prats  
Jordi Flos*

## Producción y divulgación de la ciencia

### Los agentes: científicos, sociedades y periodistas

Actualmente la investigación científica se practica fundamentalmente en los institutos de investigación, las universidades y los museos, que en nuestro país son mayoritariamente de titularidad pública. La docencia de alto nivel, a cargo de las Universidades, y la investigación científica van indisolublemente unidas, pero es en los museos de ciencias naturales tradicionales, donde, además de la investigación y de la conservación de las colecciones, se da prioridad a la difusión de la ciencia hacia el gran público. En cambio, los Museos de la Ciencia o las Casas de la Ciencia modernos, que poseen pocas o ninguna colección de estudio, se dedican fundamentalmente a la divulgación y a ser animadores sociales de la difusión del conocimiento científico a todos los niveles, mientras que realizan poca o ninguna investigación científica. Finalmente, donde hay científicos, y por lo tanto, donde hay conocimiento y producción científica, hay también inquietud por comunicar y difundir dichos conocimientos al gran público.

Las academias y demás sociedades científicas, asociaciones profesionales y otras asociaciones sin afán de lucro, son otros agentes, en este caso de la sociedad civil, relacionadas con el fomento de la ciencia, y con la sensibilización del público sobre temas científicos y técnicos. Para los museos de ciencias naturales y jardines botánicos, objeto



del presente artículo, las asociaciones de aficionados a la naturaleza son especialmente interesantes. Sus sedes acostumbran a estar en dichos museos y de su mutua relación emanan fructíferas actividades de formación y divulgación científica.

Por otra parte, en el ámbito catalán, es imprescindible citar la labor de dos prestigiosas sociedades científicas, filiales del Institut d'Estudis Catalans (IEC), corporación de tipo académico que fue fundada en 1907. Se trata de la Institució Catalana d'Història Natural, fundada en 1899, que agrupa a naturalistas en el sentido tradicional y la Societat Catalana de Biologia, fundada en 1912, que acoge a naturalistas biólogos, pero especialmente a genéticos, fisiólogos, biofísicos, y especialmente a profesionales de la medicina. La labor de todas estas sociedades o asociaciones es diversa pero muy importante en el ámbito territorial, y especialmente para los museos de ciencias.

Finalmente, en el tema de la divulgación científica y de la comunicación pública de la ciencia, es crucial el escritor, guionista o periodista responsable de los contenidos. Hacer ciencia es complicado, hacer periodismo también, pero hacer periodismo científico tiene una doble complicación. En este sentido, de la misma manera como afirmamos que para ser un buen profesor de alguna disciplina científica, se tiene que haber pasado por la faceta de científico, si nos atenemos a los grandes divulgadores de la ciencia, como podría ser el recientemente fallecido Stephen Jay Gould, podemos afirmar que para ser un buen divulgador o periodista científico es necesario tener una sólida

formación científica (Finn, 1998). Pero no es suficiente ser un buen científico para ser un buen divulgador. Las relaciones entre científicos y periodistas no son siempre fáciles. De hecho, la ciencia y los medios de comunicación tienen en la práctica diferentes escalas de valores, objetivos y competencias, lo cual da lugar a no pocas situaciones conflictivas que hay que tratar de resolver (Resnik, 1998).

Quizás algún comentario aparte merece la información científica en la prensa escrita diaria. En los años ochenta y noventa aumentó significativamente la dedicación de la prensa diaria a la divulgación científica. La forma más usual fueron las páginas especiales en los suplementos semanales. A finales de los 90 algunos periódicos se replantearon el sistema y algunas secciones de ciencia, que habían llegado a adquirir cierto prestigio, dejaron de existir (Semir, 1997). Para defender dentro del mundo de la prensa escrita la conveniencia de dedicar páginas específicas a la divulgación científica, hay que recurrir a hablar de valores añadidos intangibles, como pueda ser en este contexto la credibilidad que proporciona al propio periódico ser comunicador de ciencia (Pérez-Oliva, 1998).

De todos modos, en el mundo de la comunicación científica y en particular en los museos, es muy necesario que haya personas con sólida formación científica que se dedique seriamente y con decisión a la divulgación o comunicación científica. Los propios científicos tendrían que valorar mejor a sus colegas que dedican parte de su esfuerzo a la divulgación en lugar de considerar que pierden el tiempo o que ejercen una actividad de segunda categoría (Finn, 1998). La presencia de periodistas es igualmente recomendable en los equipos que se deben instrumentar en los museos para cumplir la misión divulgadora. El contacto directo continuado con los científicos propicia un diálogo más fluido y con el tiempo, el periodista aprende a comprender al científico y éste a explicarse mejor.

### **Ciencia, tecnología y ética**

La actividad científica produce un conocimiento que no es directamente asequible a la población general pero llega fácilmente a la población encriptado en sus aplicaciones tecnológicas. Éstas tienen mucho de magia, en el sentido de que los usuarios desconocen cómo

funcionan o en qué se fundamentan los artilugios que manejan o las medicinas que toman. El usuario acostumbra a confiar en esa magia, y da por supuesto que hay gente preparada que es capaz de explicar el por qué de las cosas. Las aplicaciones tecnológicas son las que hacen que se reconozca a la ciencia un gran valor social, y un poder indudable. Incluso podríamos añadir que se confía demasiado en el poder de la ciencia y de la tecnología para solucionar todos nuestros problemas, si no inmediatamente, al menos en un futuro. Se cree que todo es cuestión de tiempo y dinero. Los científicos saben que no es así, y que hay limitaciones al conocimiento (Mosterín, 1999).

Por otro lado, el ciudadano corriente confunde a menudo ciencia y tecnología, como si el paso entre el conocimiento y su aplicación fuera automático. De cara a este ciudadano, es importante matizar que basándonos en una misma ciencia podemos hacer tecnología de mejor o peor calidad, y mientras que la ciencia no es «buena» ni «mala», es decir, se trata simplemente de un conocimiento que en todo caso da capacidad práctica a quien la posea, la aplicación tecnológica sí puede tener calificación ética, por el uso final que se le da. Ello no quita que se pueda y deba discutir de la ética de ciertas investigaciones. La experimentación en ciencia no es inmune a la crítica social y ética, y si para la adquisición de cierto conocimiento se proponen programas que atentan contra la dignidad o salud de las personas o ponen en serio peligro el medio ambiente, entonces hay que rechazar los programas y exigir alternativas. Evidentemente, las discusiones entonces trascienden la propia ciencia y se entra en el campo de la filosofía y de las ideologías. Sin embargo para que la población pueda participar libremente y con responsabilidad en dichas discusiones metacientíficas, tiene que estar bien informada y, en este sentido, la comunicación de la ciencia y la divulgación científica juegan un papel fundamental.

En estos últimos años estamos viviendo episodios en los que lo anterior se pone claramente de manifiesto. Un ejemplo obligatorio es el de la crisis de las «vacas locas», pero sobre todo es la genética, con el genoma humano, y la llamada «ingeniería genética», los transgénicos, la clonación y demás temas relacionados, las disciplinas que han acaparado la atención mediática y en consecuencia también la atención de la población general. Todas las ramas de la ciencia pueden tener éxito mediático, siempre que ofrezcan temas con facetas impresio-

nantes por extraordinarias: lo muy grande, lo muy pequeño, lo catastrófico o lo peligroso. Pero es claro que la biología es la ciencia que más demanda social tiene actualmente, y ello no solamente porque esta disciplina está mostrando un desarrollo extraordinario en los últimos años, sino por el mero hecho de que los humanos somos animales. Este hecho, que la cultura imperante parecía haber olvidado, se presenta como fundamental en el presente siglo. Por lo menos, nos acordamos de nuestra naturaleza animal cada vez que en la prensa aparece la noticia de algo relacionado con la biología que nos afecta o amenaza a todos por igual, independientemente de edad, raza, credo o nivel económico. Los museos de ciencias naturales deben recuperar su tradición: volver a ser escaparates prestigiosos de los avances científicos y dar referentes que permitan el desarrollo de la opinión crítica del ciudadano.

### **Divulgación de la ciencia y cultura científica**

La divulgación de la ciencia se asimila a menudo a la divulgación de conocimientos científicos y de ciertas aplicaciones tecnológicas. En realidad, las aplicaciones tecnológicas pueden ser una excusa perfecta para explicar fundamentos de ciencia porque son atractivas, y porque las verdaderas novedades se basan muy a menudo en avances profundos en ciencia. Este recurso ha sido usado hasta la saciedad por el periodismo científico. Sin embargo, aquello que quiere fomentar la divulgación científica, la cultura científica, debe tener otros ingredientes.

No hay que olvidar que la producción del conocimiento científico se basa en la curiosidad de las personas, aquella actitud que hace que reaccionemos indagando cuando observamos algo que «no encaja». La actitud científica es la que convierte la curiosidad en una búsqueda de respuestas lógicas y comprobables, en contraposición a las explicaciones esotéricas, mágicas o mitológicas. La ciencia exige que las explicaciones que demos de objetos, fenómenos o sucesos, es decir, las llamadas teorías, permitan generar predicciones que luego sean contrastables repetidamente con observaciones y experimentos. Las teorías científicas, sin ser perfectas, no solamente son compatibles con las observaciones existentes, sino que predicen observacio-

nes que aún no se han realizado. Una teoría se mantiene vigente hasta que falla, es decir, hasta que aparece alguna observación incompatible con ella. Por todo ello, fomentar la curiosidad y la actitud científica debe ser un objetivo prioritario en la educación general de la población y la idea central en cualquier programa de divulgación de la ciencia.

El conocimiento científico se transmite y difunde entre la comunidad científica sobre todo mediante la escritura, a través de artículos muy técnicos que se publican en revistas más o menos especializadas, o de libros. En general, el nuevo conocimiento llega con relativa facilidad a los colegas y con cierto retraso alcanza a los alumnos en facultades y escuelas universitarias. El retraso es mayor si consideramos los programas y contenidos de los institutos de enseñanza media y colegios.

La enseñanza reglada o formal es, a cualquier nivel y por necesidad de su propia estabilidad, conservadora y lenta en incorporar las novedades. En cambio, son precisamente las novedades y las controversias científicas lo que son noticia (Dominguez, 2001) y resultan más atractivas para el gran público, constituyendo una buena excusa para comunicar conocimiento científico a la vez que metodología y creación científica viva y en acción. Recordemos también que la divulgación científica o la comunicación de la ciencia no sólo quiere decir hacer llegar y comunicar al gran público los conocimientos científicos, sino que se trata de fomentar y hacer asequible la cultura científica al gran público. En todos estos menesteres, la enseñanza no reglada y la educación no formal poseen una gran flexibilidad para escoger temas y una gran adaptabilidad para hallar la fórmula comunicativa adecuada a las características de la población.

La educación no formal y la divulgación científica dirigida a la población en general, pueden usar cualquier canal de comunicación convencional: la televisión, la radio, los periódicos y las revistas, los videos y dvd, el cine, los libros, los museos y sus exposiciones, internet... Hay canales o medios que entran en casa sin llamar a la puerta, como la televisión. Hay otros medios que requieren la existencia de una clara voluntad por parte del usuario y de la necesaria oportunidad para desplazarse, como por ejemplo para visitar un museo.

Por otro lado, la ciencia no es socialmente inocua. Se trata de una actividad que incluye entre sus cláusulas el someterse obligatoriamente a la crítica y «desconfianza intelectual» para mantener la vali-

dez de sus asertos. La ciencia es contraria al argumento de autoridad y tiene más capacidad de autocorrección que otros sistemas (Guerrero, 1999). Compartir sus enseñanzas, más allá de los estrictos conocimientos formales, proporciona recursos contra el miedo o la superstición. La ciencia enseña a convivir de forma natural y positiva con la incertidumbre, con el desconocimiento y con el azar. Más importante aún, la ciencia proporciona elementos para ejercer la crítica razonada, ya que permite discernir aquellas preguntas bien formuladas de las que están planteadas incorrectamente. Es posible que las primeras no tengan respuesta, pero no hay que buscar respuesta a las segundas y es criticable pretender haber hallado una respuesta a una pregunta mal formulada.

Una vez más debemos insistir en el papel que pueden y deben ejercer los museos tradicionales en este ámbito, a través de sus exposiciones y de sus programas públicos. Pero para ello es preciso, eso sí, que el gran público acuda al museo y en eso quien elige es cada ciudadano. La recuperación de una buena imagen pública, que haga del museo tradicional una oferta interesante para el tiempo extralaboral de nuestra sociedad, es uno de los aspectos clave que va a ser considerado en el resto de este artículo.

## **Los museos de ciencias tradicionales**

### **Tradición naturalista y popularidad**

El objeto de la ciencia ha sido y será siempre el mismo, pero no hay duda que una de las primeras actividades a las que se dedicaron los primeros científicos naturalistas fue la de inventariar los objetos naturales. Los grandes museos de ciencias tradicionales de Europa nacieron en el siglo XVIII, a partir de gabinetes de curiosidades o como fruto de expediciones científicas, muchas de ellas dedicadas a explorar regiones lejanas. Los museos de ciencias naturales y los jardines botánicos fueron, desde su origen, instituciones de gran prestigio y a la vez populares. El prestigio se lo confería tanto el valor de sus colecciones como el trabajo de sus científicos. La popularidad residía en una manifiesta sintonía entre los intereses de consumo cultural de

los visitantes y lo que se ofertaba en sus exposiciones. Entonces, el museo de ciencias naturales era un espacio fundamental para la relación social y el lugar de construcción de una cultura naturalista por antonomasia. Durante todo el siglo XIX los museos no solamente mantuvieron su popularidad sino que además crecieron como centros de investigación científica moderna. Sin embargo, en el siglo XX su contribución relativa a la ciencia fue disminuyendo porque la actividad científica, a la vez que se desarrollaba en otros campos, creció enormemente en las universidades y en centros específicos de investigación que nada tenían que ver con los museos.

Sin demasiadas excepciones, los museos tradicionales, tanto europeos como americanos, han tenido una trayectoria de luces y sombras. Hoy en día, se distinguen dos categorías de museos de ciencias: los que han recuperado su buena imagen pública mediante la renovación de sus exposiciones, asociadas a considerables inversiones en infraestructura y en campañas de comunicación mediática y los museos que aún no han renovado de forma crítica su cara pública, a los que denominamos museos no renovados (Margalef, 1999).

Desde el punto de vista de la investigación la renovación de los centros, que es más interna que de cara al gran público, ha tenido que darse necesariamente de manera similar a como se ha ido modificando en la universidad y en los institutos de investigación. Es decir, los departamentos internos de investigación de los museos, han ido evolucionando hacia otros temas y formas de hacer investigación, para poder competir con éxito con los demás grupos e instituciones que postulan por unos mismos recursos económicos limitados. Igualmente, si antes los propios investigadores se ocupaban de mantener las colecciones, ahora se tiende a que éstas dependan del departamento de colecciones, con personal que conserva y gestiona las mismas. Así los investigadores se dedican a otros menesteres, ganándose en eficacia en la gestión de las colecciones y mejorando la producción científica de la institución.

Pero el mantener a un alto nivel las tres actividades principales de los museos tradicionales y jardines botánicos: investigación, conservación y divulgación, requiere una apuesta política inequívoca que asegure el mantenimiento de servicios públicos de excelencia. Vale la pena recordar las palabras del profesor Alberch: «En realidad, aunque las exposiciones sean la cara pública del museo, las colecciones son su



alma, su razón de ser, mientras que la investigación es el motor que convierte el centro en una identidad dinámica y viva. Por ello es esencial que el museo desarrolle sus tres facetas en sintonía» (Alberch, 1994). Desgraciadamente, a lo largo de la primera mitad del siglo XX, muchas instituciones museísticas, preocupadas y ocupadas en la investigación científica y en las colecciones, olvidaron renovar sus exposiciones. Sin embargo es tan importante esta faceta de divulgación científica que durante la segunda mitad del siglo XX aparecieron en todo el mundo instituciones privadas y públicas que, con distintas denominaciones, se dedicaron exclusivamente a organizar exposiciones y actividades de divulgación científica para el gran público. La aparición y popularidad de esos «centros culturales científicos» o «museos de ideas, sin colecciones», coincide con una época de grandes cambios en la sociedad, por la expansión de los medios de comunicación de masas. Época en la que entran en crisis muchos museos tradicionales.

El mantenimiento de cualquier patrimonio consume recursos, y siendo la primera obligación de los museos públicos tradicionales la conservación de sus colecciones, las sucesivas fluctuaciones presupuestarias a la baja, afectan inmediatamente al nivel de su cara pública, las exposiciones. Pero la pugna o competencia entre conservación y difusión museográfica no es únicamente presupuestaria. Muchos conservadores de museo se han mantenido en su «torre de marfil», desconectados del mundo exterior, más interesados por el entorno académico y de las élites más educadas, que por el gran público.

A pesar de todo, con algún retraso también respecto a la renovación en investigación, algunos museos de ciencias naturales renovaron bastante a tiempo su imagen pública. Los museos renovados son aquellos que han puesto al día la investigación y han sabido mantener la sintonía con el público a través de sus exposiciones. Ya no se trata simplemente de presentar los objetos de las colecciones casi tal cual, ordenadas mayormente según una taxonomía académica, con simples anotaciones o etiquetas explicativas, ni se fomenta una visión descriptiva y estática de la naturaleza. Hace ya algunas décadas que los museos renovados apostaron por tratar de comunicar el funcionamiento de la naturaleza, tanto en el ámbito ecológico como evolutivo. Igualmente, la incorporación en la faceta investigadora de los avances en genética, bioquímica, geofísica, ecología, matemáticas o

informática, se ha reflejado en la ampliación de los temas que se presentan al público en las exposiciones. Con ello, los museos han abordado los nuevos conocimientos y la nueva realidad de las ciencias naturales, tanto en el ámbito fundamental como aplicado. Eso sí, las exposiciones permanentes y las temporales de los museos renovados tienen en sus colecciones una cantera insustituible de objetos reales, al servicio de las ideas que quieren expresar (Ayuntamiento de Barcelona, 1999). Las exposiciones de los museos de ciencias, buscan el equilibrio entre la presencia de objetos reales, modelos físicos a escala y representaciones virtuales, lo mismo que se busca un compromiso entre la comunicación de ideas y conceptos científicos por un lado y la diversión por el otro. En este sentido, el buen museo de ciencias hace real la expresión de aprender divirtiéndose (Delacotte, 1998).

Por otro lado, aparte de las exposiciones permanentes, los museos renovados producen con regularidad exposiciones temporales, que son las que les permiten «estar en cartel» y por lo tanto son el vehículo más efectivo para fidelizar a sus visitantes habituales y para atraer visitantes nuevos. Dichas exposiciones además les proporcionan una fuente de ingresos, y sobre todo, una fuente de popularidad y prestigio al hacerlas circular fuera de sus puertas. Por todo ello, los museos de ciencias naturales renovados, han vuelto a sintonizar con la población. Un fenómeno remarcable es el caso del éxito de público del American Museum of Natural History, en Nueva York, que tras su reciente renovación ha superado las expectativas más optimistas.

En la actualidad diríamos que los museos de ciencias naturales tradicionales renovados se distinguen cada vez menos de los museos o casas de la ciencia, si no fuera porque estos últimos mantienen como temas típicos muchos aspectos de la física que no son propios de los primeros (óptica, mecánica, electricidad, magnetismo). Como, además, se han volcado en temas de ciencias naturales y han redescubierto la importancia comunicativa de los objetos reales, las alianzas de estos con los museos de ciencias naturales tradicionales son un hecho habitual y muy conveniente. «Madera del Aire», una exposición itinerante que circuló durante tres años por toda España desde su creación, en 1990, fue una iniciativa pionera de gran éxito, fruto de la colaboración entre el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC) y la Casa de las Ciencias del Ayuntamiento de la Coruña. Los Centros de Ciencia con capacidad económica adquieren siempre que pueden

colecciones u objetos de colección que les permita ejemplificar mensajes de la exposición, pero sobre todo tratan de impactar al visitante con la emoción del objeto auténtico, ya sea un meteorito que llegó desde los alrededores de Marte o un calamar gigante que vivía a centenares de metros de profundidad en medio del océano. Para atraer al visitante y poder «seducirlo», no sirve una copia o un modelo, hace falta la magia del objeto real. Los museos de ciencias naturales renovados lo saben bien y por ello mantienen en sus exposiciones sus objetos estrella, aquellos que son únicos. Aún más, recrean en sus salas más innovadoras sus históricos gabinetes, los que los tienen, es el caso de la exposición permanente del Museo Nacional de Ciencias Naturales, «el museo del Museo», en Madrid.

Sin embargo, hay que ser muy consciente que el poseer algunos objetos impresionantes no tiene nada que ver con poseer colecciones científicas. El objeto de la colección científica no solamente tiene el valor individual, sino que tiene el valor añadido del conjunto y sobre todo de la documentación, de la catalogación y de aquella que ha generado su estudio. Por otro lado, los objetos, solos o en grupo, en combinaciones diversas, poseen «toda» la información, en el sentido que se pueden leer de mil maneras distintas, no necesariamente científicas, incluso desde perspectivas artísticas, históricas o económicas. La información que se recupera en cierto momento reside en la combinación del par constituido por el propio objeto y el observador, condicionado por un contexto. El observador cambia, y el museo puede jugar con el contexto. Así ha sido y continuará siendo en el caso del papel único que tienen las colecciones científicas como referencia documental de la investigación. En el futuro, estas mismas colecciones serán la fuente de contenidos para el gran público, a través de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's).

### **El museo del siglo XXI**

A lo largo del siglo XX las ciencias naturales han evolucionado enormemente, y la biología se perfila como la disciplina científica protagonista indiscutible del siglo XXI. Pero la verdadera revolución del siglo se basa en la digitalización de la información de las colecciones y sus consecuencias para su difusión y manipulación. La gran

«ocupación» a partir de ahora es la gestión y explotación de esa información. Ni la actividad de los museos ni sus públicos pueden ser ajenos a esta revolución. El servicio que en este sentido debe ofrecer el museo tiene dos facetas: como generador de conocimiento, y como caja de resonancia que recibe, amplifica y redistribuye la información. Los museos de ciencias naturales van a convertirse, los que aún no lo son, en piezas clave en las redes de ciencias y de divulgación científica.

Por otro lado, los museos de ciencias tienen otra faceta exclusiva que está ligada a sus colecciones y a la presencia de los científicos que realizan su investigación en los centros. Se trata de una labor de acogida y tutela de los aficionados, estudiantes o naturalistas, que son usuarios no solamente de las exposiciones, sino también de las bibliotecas y eventualmente de las colecciones. En el siglo XXI, los nuevos naturalistas que acuden al museo en busca de una mayor implicación en la actividad científica y en su objeto de estudio, requieren un centro de acogida distinto y una metodología actualizada. Si los voluntarios o aficionados del pasado —aunque también los hay ahora— usaban botas y mochila, porque iban de excursión a recolectar, los voluntarios o aficionados actuales probablemente usaran el tren suburbano o la bicicleta, y en el museo pedirán conexiones a Internet y no sólo libros de clasificación.

Ya va siendo hora de incorporar nuevas realidades a un nuevo modelo de museo, que incorpore por ejemplo el hecho de que la exploración y la obtención de datos en algunos campos de la ciencia se realizan cada vez más frecuentemente a través de las redes de comunicación de alcance mundial, como Internet; o que el medio urbano, las ciudades y las grandes conurbaciones mundiales han crecido en importancia y se erigen como los sistemas más necesitados de estudio sistemático. En cuanto al enfoque científico, a la labor descriptiva tradicional basada en la observación, la recolección, la clasificación, la catalogación y la conservación, se añade la labor analítica de integración, la labor de descripción del funcionamiento. Ya no se observan situaciones estáticas, sino que la observación se dirige a flujos y movimientos, a los cambios, y no solamente a las cantidades instantáneas.

Queremos mencionar aquí el compromiso de los museos en la educación no formal, que va a continuar vigente por mucho tiempo. Nigel Pittman, siendo responsable de la política museística central

del Reino Unido, escribía: «La educación en el museo es un elemento demasiado importante para que quede solamente en manos del área educativa. Ha de impregnar a todos los que trabajan en el museo. La política del mismo, debe ser una política educativa ya que la educación es el componente clave en la razón de ser de los museos» (Pittman, 1991). Por todo ello, el nuevo modelo debe buscar nuevas formas de implicación en la educación no formal, añadidas a las que están teniendo los museos en la actualidad. Hasta ahora se hacían actividades y talleres como complemento de los programas escolares, y ahora se trata de instruir sobre todo en el método científico a unos voluntarios jóvenes, fuera del horario escolar, para recuperar la capacidad de observación y análisis como una de las funciones más tradicionales de la actividad del público que visita los museos.

El museo para el siglo XXI tiene que contemplar de cerca la percepción que el público en general tiene de los museos (Eidelman et Van Praët, 2000). En particular, interesa saber la opinión de los «no-visitantes» ya que, en definitiva, el proyecto de nuevo museo apunta a la democratización de la ciencia, es decir, aspira llegar al mayor número de personas posible y a cubrir cualquier estrato de la sociedad.

No sorprende demasiado la indiferencia que muestra un sector importante de la población frente a los museos no renovados. Nos referimos a la percepción de los «no-usuarios», personas que sin rechazar radicalmente los museos, no los visitan. Este segmento de población ignora la existencia de su tesoro patrimonial y se cuestiona su dimensión lúdica en comparación con otras ofertas de ocio. El primer aspecto tiene que ver con la escasa tradición de ir a museos desde la escuela o con la familia. Newsom y Silver, en una investigación del 1978, hallaron que el 60% de los visitantes adultos de un museo de arte, basaban su interés en el hecho de que alguien de su familia les llevó, de pequeños, a un museo. En cuanto al segundo resultan ilustradores los resultados de un trabajo realizado mediante encuestas sobre la percepción social de los museos en la ciudad de Barcelona (ICUB, 2001). En dicho estudio se muestra que el sentimiento de indiferencia por parte de los «no-usuarios» consultados está ligado a la concepción del museo como «espacio de minorías, de contenidos irrelevantes y obsoletos». Este mismo estudio propone una visión sobre el futuro «proyectado» de los museos y el futuro «deseado». El fu-

turo proyectado se percibe de dos formas: a) los que opinan que el museo es un reducto de la cultura de interés selectivo (se sobredimensiona el elitismo cultural frente a la fuerte presión de la cultura de masas), y b) los que entienden que puede ser fuente de emisión de la nueva cultura, al permitir la convivencia del mundo museístico con las nuevas tecnologías y así constituir un espacio lúdico y más pedagógico. En contraste, el futuro «deseado» es único, entendido como «un museo muy permeable, extensible a toda la población, de interés generalizado y concebido como un ocio culturalizador». Este concepto quiere romper con el elitismo.

Hoy, los museos de ciencias naturales deben buscar nuevas orientaciones que les devuelvan su protagonismo como centros públicos de investigación y de cultura científica. Hay que tener en cuenta la responsabilidad que significa el que los programas y los servicios de los museos dirigidos a sus visitantes contribuyan tanto a la imagen pública de la ciencia. En este contexto se ha diseñado un programa transversal para contribuir al fomento de la cultura científica desde los museos tradicionales, denominado el Observatorio Científico de la Ciudad Mediterránea (OCCM) y cuyas primeras acciones se presentan a continuación.

## **El observatorio científico de la ciudad mediterránea (OCCM)**

### **Contexto e ideas fuerza del programa**

El OCCM es el ejemplo de una actuación en pro de un nuevo modelo de museo tradicional al servicio de la sociedad de nuestro siglo, aplicado desde los museos catalanes, al ámbito de la cultura mediterránea. En la práctica es un instrumento del presente que consideramos válido, no sólo como agente de divulgación científica, sino para promover acciones de formación desde la educación no formal y para, a medio plazo, contribuir a crear un cierto estado de opinión y normalización de la cultura científica entre los ciudadanos.

Aunque el programa es aplicable a cualquier conjunto de museos y jardines botánicos, se ha diseñado en función de la realidad museística de Catalunya. Son 22 los centros museísticos que contienen patrimonio de ciencias naturales y que ya están inscritos en el registro de museo de la Generalitat de Catalunya, es decir que cumplen las normas legales que les confieren la consideración de Museo. Recientemente, a instancias de la Junta de Museos de Catalunya, que es el máximo órgano consultivo para la política museística de la Comunidad Autónoma, se impulsó la creación de un único Museo de Historia Natural de Catalunya, para dar coherencia de organización y de acción a todos esos museos que ahora están dispersos por el territorio catalán. Seis de esos museos, ubicados en Barcelona y Sabadell, son los que concentran el principal patrimonio, tradición y actividad científica y cultural. Los demás realizan una meritoria labor más local ligada al conocimiento de su entorno y a la dinamización sociocultural de su territorio.

El OCCM quiere aproximar la ciencia más actual al gran público desde los museos de ciencias naturales y jardines botánicos más tradicionales. Para ello, el OCCM promovido conjuntamente por el Instituto de Cultura de Barcelona (ICUB) y la Caja de Ahorros del Mediterráneo (CAM), potencia la singularidad de cada uno de los museos participantes, respetando sus programas individuales y transmite nuevas directrices mediante la creación de productos digitales y promoviendo acciones de sensibilización social en pro de la ciencia. Esas actuaciones cooperativas y el uso de las TIC's son el nexo común de innovación museográfica y de comunicación científica de la red de museos que pertenecen al OCCM.

Se trata pues de un programa transversal fundamentando las siguientes ideas fuerza:

1. Los museos, que constituyen una plataforma de acceso directo a la sociedad, son una caja de resonancia ciudadana y pueden actuar como antena de una comunidad constituida por científicos, usuarios a distancia (en la red) y consultores presenciales. Dicha comunidad debería estar suficientemente motivada como para explorar en formas de descubrimiento colectivo y de aprendizaje social vinculados a la cultura científica y museográfica.

2. El sistema de museos articulado a través del OCCM posee herramientas propias de comunicación, y propone que los contenidos científicos sean proporcionados directamente desde los Museos, la Universidad y los Centros de Investigación, por científicos, museógrafos y educadores. Los tres objetivos del programa son la divulgación científica, la museografía y la formación científica desde la educación no formal.
3. El OCCM se fundamenta en la acción cooperativa entre museos de distintas especialidades, instituciones de distintos organismos y agentes de la sociedad civil. Ello permite articular esfuerzos y crear sinergias que van a producir el cambio de escala. Así, el programa tendrá una masa crítica suficiente para asegurar su presencia, no sólo en el territorio local, sino en el escenario nacional e internacional.

### Los productos digitales

El sistema de museos y jardines botánicos que constituyen el OCCM, utilizan los productos digitales en la Red como eje vertebrador de cohesión interna, y al mismo tiempo como elemento común de comunicación externa. El portal medCiencias ([www.bcn.es/medciencias](http://www.bcn.es/medciencias)), es el instrumento clave de comunicación y de participación ciudadana del Observatorio. Tiene como principal activo un boletín de divulgación científica y museográfica, *laTalaia*, y otros subproductos digitales en distintos formatos:

- el consultivo, que contiene un glosario explicativo de los términos más técnicos del portal; la agenda de actividades locales; una selección de exposiciones recomendadas de ámbito estatal; la sugerencia mensual de enlaces web de interés y un útil directorio de centros de ciencias y de buscadores en el ámbito mediterráneo e internacional.
- el lúdico, con visitas virtuales que utilizan como recurso imágenes del contenido y ambiente de los museos en 360 grados y diversos juegos basados en exposiciones permanentes y temporales, y



- el participativo mediante formas de actualidad científica, conducidos por científicos de relevancia indiscutible tanto en la especialidad que se propone como en su actividad para la extensión divulgativa del mismo.

La finalidad del boletín digital *laTalaia* es contribuir a la divulgación científica y museográfica de carácter general, poniendo el acento en la actividad científica, en el valor de las colecciones y en el desarrollo de nuevos recursos educativos. A la vez, el boletín quiere ser una ventana abierta a la opinión de investigadores, profesores, técnicos o aficionados. O sea, de todos aquellos capaces de aportar perspectivas y razonamientos de interés científico, cultural y social, que contribuyan a fomentar la opinión y el desarrollo del espíritu crítico del gran público. Las cuatro secciones temáticas del boletín digital son:

- Opinión: la voz de la sociedad civil y de la actualidad científica, a través de la autoría de sus protagonistas, se recoge en las secciones «Tribuna», «Artículo» y «Entrevista».
- Noticias: de asociaciones, museos, universidades y centros de investigación, recogidas en «Desde la ciudad», «Desde los Centros». El «Escaparate» sirve para realzar los objetos valiosos de las colecciones de los museos y la sección «Indicadores», expone estudios de carácter transversal sobre datos de interés.
- Recursos: contiene en su «Talaiateca» una selección de recursos educativos y sugerencias bibliográficas en diferentes soportes. La sección «Laboratorio» propone experiencias inéditas de aplicación didáctica.
- Comunícate: es el espacio de encuentro con el portal y que propone la «Subscripción» y la evaluación del interés del visitante a partir de la «Encuesta» de usuario.

## Algunos datos de interés

### Visitantes de museos

El panorama actual de los visitantes a los museos de Barcelona, en el año 2002, contabiliza 8,8 millones de visitas a los museos de la ciu-

dad. Hay cuatro instituciones que superan el millón de visitantes: el Museo Picasso (del Ayuntamiento), el Centro Cultural de la Pedrera (Caixa de Catalunya), el Caixa Forum (Fundación La Caixa), y el museo del Club de Fútbol Barcelona. Estos cuatro centros suman el 55% del total de visitantes a museos y centros culturales asimilables, en Barcelona en el último año.

Por otro lado, es interesante citar como referencia que los seis museos de arte más importantes, pertenecientes al ayuntamiento o concertados, incluido el Picasso, representan 2,6 millones de visitantes, mientras que el de Historia de la Ciudad se acerca a los 250.000.

En este contexto, los museos de ciencias naturales de la ciudad y el jardín botánico, sumados, se acercan a los 100.000 visitantes anuales. Hay que decir que a pesar de lo reducido del número, éste se ha mantenido estabilizado, con menores oscilaciones por lo menos en los últimos 7 años. Contrasta quizás la evolución de los visitantes del Museo de la Ciencia de la Fundació La Caixa, que registró en el año 2002 unos 160.000 visitantes, pero que en los últimos siete años ha visto disminuir el número, desde los más de 400.000 de 1996, paulatinamente a los menos de 250.000 del 2001. Estos son datos cuantitativos que sirven como el indicador más elemental de popularidad. Este *ranking* de los museos más visitados debería ser completado con estudios cualitativos de evaluación y con observaciones del comportamiento del público durante la visita.

Habrà que ver en el futuro, cómo influye la potente ampliación del museo de la Ciencia de la Fundación la Caixa y si las acciones del observatorio contribuyen al aumento de visitantes en los museos tradicionales.

#### **Posición del portal con relación a otras páginas**

El URL <[www.bcn.es](http://www.bcn.es)>, del cual cuelga medCiencias, recibe del orden de 250.000 visitas a la semana. La sección más visitada es la guía de Barcelona <[www.bcn.es/guia/](http://www.bcn.es/guia/)>, con unas 64.000 visitas semanales. En el año 2002, la página dedicada al año Gaudí <[www.gaudi2002.bcn.es/](http://www.gaudi2002.bcn.es/)> recibió del orden de 10.000 visitas/semana, y la página de cultura del Instituto de Cultura <[www.bcn.es/ICUB/cultura](http://www.bcn.es/ICUB/cultura)> unas 7.000. En este contexto, nuestra página <[www.bcn.es/medciencias/](http://www.bcn.es/medciencias/)> recibió del orden de 2.500 visitas por semana. Este número es del mismo orden que las páginas de las bibliotecas populares,

<[www.bcn.es/icub/biblioteques](http://www.bcn.es/icub/biblioteques)> (2.400), y muy similar a las visitas a otras páginas de temática más o menos científica o próxima, como es <[www.mediambientbcn.es/](http://www.mediambientbcn.es/)> (3.300) o <[www.bcn.es/parcsijardins/](http://www.bcn.es/parcsijardins/)> (2.200). Teniendo en cuenta que el portal lleva colgado únicamente un año, y que, sin ningún tipo de publicidad, el número de visitas va aumentando, puede considerarse que el resultado es claramente positivo.

### **El boletín *laTalaia***

Actualmente, el boletín digital recibe alrededor de 250 visitas mensuales, y en los últimos 6 meses los usuarios han accedido a más de 15.000 documentos o impresiones. Las secciones más visitadas en lo que va de año, son la «entrevista», la «portada», el «laboratorio» y los «indicadores». Sin embargo, al ser una revista trilingüe (catalán, español e inglés) hay que ver la lengua de uso. Ahí aparecen algunos resultados interesantes. En primer lugar, porque un 15% de todas las visitas se hacen a la «entrevista» en inglés, un 12% en catalán, pero sólo en un 1,5% de casos se entra a la entrevista en español. En el caso de los «laboratorios» y de los «indicadores», el orden de las lenguas de preferencia cambian, como es lógico, al tener mayor interés local. Ambas páginas se visitan aproximadamente en una misma proporción: 10,3% del total en catalán, un 4,5% en inglés y un 2,5% en español. Sumando las páginas en inglés, catalán y español, la «entrevista», el «laboratorio» y «los indicadores» acaparan el 63% de todas las visitas. Del resto, sólo se puede destacar el 13% de visitas a la página «portal» en catalán. Hay que indicar que estas páginas citadas son aproximadamente también las que más frecuentemente se usan como entrada al boletín.

Ello tiene que ver con varios factores, entre los cuales están la ciudad de origen de los usuarios y el modo o vía de acceso a las páginas del boletín. Así, las ciudades más activas son, por orden Madrid (36%), Barcelona (30%), y Mountain View (California, 25%), y las compañías o sistemas a través de los cuales se accede son por orden: Google Inc. (28%), Retevisión (20%) y Telefónica (20%).

Por último, sólo indicar que aproximadamente un 13% de los usuarios hicieron por lo menos 3 visitas o más (estadística sobre los últimos 6 meses). Sin ninguna duda, deseamos que ese porcentaje aumente, siempre que aumente también el número absoluto de visitantes del portal y del boletín.

### **La red virtual y los centros de documentación presencial**

El Observatorio tiene como objetivo primordial recuperar el espíritu tradicional de los museos de ciencias naturales como referente de información, de colecciones y de documentación científica, y a la vez como lugar de encuentro entre los aficionados a la naturaleza. Pero además, utilizando las TIC's, quiere captar a nuevos naturalistas entre los no usuarios de museos. En otras palabras, conseguir que los usuarios a distancia que ni conocen ni visitan los museos de ciencias ni los jardines botánicos, pasen a ser un colectivo interesado en la ciencia y empiecen a acudir a los museos, engrosando el abanico de sus nuevos públicos.

Hemos editado un CD recopilatorio de toda la actividad realizada hasta el momento por el Observatorio, el portal medCiencias y el boletín digital *laTalaia* ([www.bcn.es/medciencias](http://www.bcn.es/medciencias)), que ha sido estructurado según criterios educativos y se ha distribuido entre los institutos para recabar la opinión crítica del estamento docente, uno de los destinatarios clave en esta fase de arranque del programa.

La Red y el portal medCiencias, permiten saber dónde está la información, pero para acceder a ella a menudo hay que acudir a los centros. Es decir, los recursos digitales son un vehículo de promoción y un reclamo nada despreciable de los museos, que se suma al ya conocido valor de las exposiciones temporales como medio de interesar a nuevos públicos y de fidelizar a los visitantes ya usuarios del museo (Prats y Flos, 1991).

Llegados a ese punto, es pertinente enfatizar que el OCCM no sólo actuará a través de la Red, sino que se instalará y tendrá presencia física en todos y cada uno de los museos pertenecientes al sistema. De ese modo, los usuarios de los museos de ciencias tradicionales, van a tener un nuevo espacio común y descentralizado para la transferencia de información y la gestión del conocimiento científico. Esta ubicación significa la creación en los museos tradicionales de un nuevo servicio, un Centro de Orientación Científica y Patrimonial, basado en el uso de las TIC's como servicio de consulta por Internet y en el acceso a las bases de datos específicas por Intranet. Allí, en un ambiente único propiciado por el entorno museográfico, el visitante también tendrá a su disposición los instrumentos tradicionales de la

difusión museográfica: exposiciones, actividades, biblioteca, el patrimonio científico y demás atenciones técnicas del personal del museo. Una experiencia que será, para el usuario del servicio, personalizada, singular e irrepetible fuera de ese contexto. A fin de cuentas, un servicio museístico más con el que acometer la socialización de la ciencia y abordar la actualización del pensamiento de los ciudadanos al compás del que se va generando entre la comunidad de los científicos. Esperamos que, además, sea un buen acicate para la formación de vocaciones naturalistas y científicas.

Ese espacio, dotado de contenidos y de medios tecnológicos, va a ser próximamente una realidad en los seis principales centros de ciencias naturales de Catalunya gracias a una reciente acción especial concedida por la Generalitat de Catalunya, a través de su Direcció General de Universitats, Recerca i Societat de la Informació (DURSI). En esta primera fase, se dotaran de la infraestructura necesaria sus salas de exposición y bibliotecas, lugares que respectivamente, son los receptores del gran público y de los más iniciados, los estudiosos. Su puesta en funcionamiento, prevista para la primavera de 2003, permitirá que museos y jardines actúen como nodos de un único «Centro de Interpretación y Orientación Científica», que desde el ámbito catalán, estatal y mediterráneo, se proyecten hacia fuera, hacia nuestra sociedad, y más allá de nuestras fronteras. Una actuación que se basa en la acción cooperativa entre centros homólogos, donde se articularán sinergias y dinámicas de trabajo que resulten más efectivas y de mayor riqueza sobre la base de la diversidad de las visiones y aportaciones de los participantes.

### **Promoción de una actitud científica: el medio urbano y el voluntariado**

El OCCM incluye, como objeto propio de estudio y línea de investigación aplicada y dirigida a los jóvenes, el conocimiento de la ciudad. Ese espacio urbano complejo donde se articulan, junto a los aspectos físicos y medioambientales, los hábitos y costumbres de sus habitantes, que materializan la cultura de una comunidad y su devenir histórico. Siendo la ciudad, además, el medio natural más inmediato al ciudadano y al museo, hemos estimado que observar su evolución y saber

cómo funciona, debería formar parte del conocimiento común de la población en general. La percepción de la ciudad se propone desde el punto de vista ecológico, es decir, como una unidad funcional compuesta de partes que se renuevan y cambian, pero que muestra propiedades de conjunto, algunas de ellas emergentes o no explicables por una simple yuxtaposición de aportaciones individuales.

El medio urbano ha crecido y crece en importancia en todo el mundo. La ciencia de la ecología en su estado actual contiene suficiente teoría y ha acumulado suficiente experiencia como para abordar con fuerza el estudio del medio urbano, juntamente con los conocimientos y métodos generados en otras ciencias modernas, como la economía, las ciencias de la comunicación o la ciencia de sistemas complejos. La ciudad moderna, y las grandes conurbaciones del planeta, son elementos críticos de la «aldea global», y a la vez, estudiadas en su entorno, contienen a una escala asequible todos los elementos de la dualidad local-global que debe ser objeto de estudio de interés principal en este siglo que iniciamos. El estudio de la ciudad bajo distintas perspectivas es el trabajo de diferentes institutos de Barcelona, de su área metropolitana y de otras ciudades de Cataluña. Por ello, este programa incorpora la participación de diferentes agentes en su diseño y desarrollo.

En la primera fase, la actual, se ha desarrollado un prototipo virtual de itinerarios urbanos científicos y medioambientales, que se está experimentando con fines educativos y de formación en el método científico. Una experiencia que, tras ser evaluada, se va a exportar a otros campos, como por ejemplo el del turismo cultural.

En la siguiente fase, se quiere implicar a jóvenes voluntarios para desarrollar observaciones de campo basadas en protocolos de observación preparados por investigadores y especialistas desde distintas perspectivas. El grupo básico de voluntarios será a su vez responsable de la creación de plataformas digitales, para extender la información e implicar a nuevos voluntarios. En este proceso el Centro de Orientación Científica y Patrimonial de los museos es la clave para dinamizar a esos jóvenes, ya que necesitaran este tipo de instalaciones dotadas de nuevas tecnologías, a la vez que de sistemas clásicos de documentación científica para poder elaborar los datos obtenidos en las observaciones de campo urbano e intercambiar experiencias. El tejido social de la ciudad de Barcelona es favorable a este tipo de expe-

riencias, dado que el asociacionismo está bien estructurado. Así, el programa va a contribuir a la diseminación de actitudes cívicas a partir de la reflexión y del debate que induzca el intercambio de experiencias entre los participantes. El museo, como núcleo referencial del observatorio, actuará como antena de comunicación y a la vez de núcleo relacional de la experiencia.

El primer prototipo virtual de los itinerarios por la ciudad de Barcelona ha sido desarrollado en colaboración con la Agencia Local de Ecología Urbana (ALEU), especializada en modelización de sistemas urbanos. El contenido de ese prototipo se ha creado gracias a la participación de reconocidos especialistas en los campos de la ciencia descriptiva clásica —Geología, Flora, y Zoología—, en panoramas sonoros, en ecología, en historia de la ciencia y en urbanismo. Se está procediendo al pilotaje experimental del prototipo de los primeros itinerarios, por parte de alumnos de secundaria y de jóvenes usuarios fuera de su actividad educativa. Sobre la base de los resultados, se quiere implementar una parte o el total de esa información sobre itinerarios científicos en la guía de la ciudad, que es uno de los productos digitales más consultado de la web de Barcelona ([www.bcn.es](http://www.bcn.es)).

### **Actuaciones de sensibilización social: los otoños científicos de Barcelona**

La ciudad de Barcelona ofrece un panorama cultural bastante típico, que se caracteriza por grandes festivales de arte, de música y de teatro, pero con reducidas actuaciones en el mundo de la cultura científica. Hoy en día, la semana de la ciencia es casi la única convocatoria capaz de marcar unos días en la agenda cultural de la ciudad para el contacto directo entre investigadores y el gran público, y para permitir a los ciudadanos conocer a grandes rasgos su inmediato entorno científico. En ese contexto, Barcelona tuvo su primer Otoño Científico, como una prolongación de la Semana de la Ciencia Catalana del 2002 ([www.setmanaciencia.org](http://www.setmanaciencia.org)). La Biodiversidad, que este año fue uno de los temas prioritarios de la Semana de la Ciencia Europea ([www.cordis.lu/scienceweek](http://www.cordis.lu/scienceweek)), se tomó como hilo conductor de este primer otoño científico.

El Otoño de la Biodiversidad se inició con un número especial monográfico de *laTalaia* dedicado a la biodiversidad y con actividades a través de Internet, que se mantuvieron a lo largo de toda la estación, de ahí su nombre. Las actividades presenciales sobre biodiversidad, fruto de la colaboración inter-institucional y coordinadas desde el OCCM, fueron muchas y variadas. Tras doce días de programación diaria dedicada a la biodiversidad, se celebró un acto de clausura con un formato nuevo y singular, la de un Café-científico. La idea surgió de la colaboración con el Servicio para la Ciencia y la Tecnología de la Embajada Francesa en Barcelona, y la fundación Agrobiosciences, que cuenta en Francia con una larga tradición en la organización de cafés científicos. No obstante, este primer café científico de Barcelona fue de un estilo muy particular, tanto por su formato, como por el tipo de asistentes. De hecho, fue un encuentro algo «maratoniano», pues concentró a los más de un centenar de invitados en una jornada que se inició a las 19 horas y que finalizó de madrugada, con cena incluida.

Durante la primera hora se propició la discusión de los asistentes subdivididos en cuatro talleres distintos, asignados al azar, y conducidos cada uno de ellos por un experto en el tema motivo de discusión. Esta parte fue una especie de «precalentamiento» al debate general que tuvo lugar al finalizar la cena, durante el café de sobremesa. Tanto los talleres como la cena sirvieron para crear una atmósfera distendida y propiciar una cierta comodidad entre los asistentes a la hora de su participación en el debate colectivo final. La colaboración de Ona Catalana, una popular emisora de radio, permitió un interesante montaje de estudio con los principales momentos del debate. Posteriormente y por dos veces, una en horario *prime time*, se emitió el debate por antena y con ello se pudo extender ese encuentro y las opiniones de sus participantes a los oyentes de dicha emisión.

Sin duda, la primera valoración del Otoño de la Biodiversidad es muy positiva. El 100% de las personas consultadas mostraron su satisfacción con las actividades y aseguraron que las recomendarían. Además, 8 de cada 10 encuestados declararon estar gratamente sorprendidos por la programación del Otoño de la Biodiversidad, y recomendaron repetirla e incluso organizarla fuera del marco de la Semana de la Ciencia. Algo más de la mitad de los asistentes a la mayoría de los actos fueron personas con alguna vinculación con el mundo de la ciencia, ya sea profesional o por interés personal. Entre estos se cuentan los estudiantes,



profesores, científicos y público general pero relacionado con alguna asociación científica. Sin embargo, y era uno de los objetivos del Otoño de la Biodiversidad, se consiguió implicar también a un público general, que participó en las actividades propuestas sencillamente por encontrarlas atractivas y por considerar que el tema conductor del programa, la Biodiversidad, era de gran interés.

De entre todas las actividades, tuvieron un éxito especial, el café científico y un ciclo de tres conferencias-taller sobre biodiversidad marina. Las dos propuestas coinciden con los formatos más innovadores del Otoño de la Biodiversidad. El ciclo «Biodiversidad Marina: el ejemplo de 3 ecosistemas singulares» tuvo una asistencia media de 45-50 personas, a pesar de ser un tema bastante especializado y de la gran competencia en esas fechas con otros actos también interesantes. La estructura de cada sesión contenía una presentación muy intencionada del experto a modo de introducción y aportaba una filmación de cada ecosistema marino en el mismo formato que el científico utiliza para su investigación. Unas imágenes que sin el filtro comercial eran poco o nada descifrables para el no iniciado y que a través de la mirada y comentarios del experto agudizaban el interés, la curiosidad y la capacidad de observación de los asistentes. Por ello, en la discusión que seguía a esta parte más académica, fue sorprendente tanto el nivel de las preguntas como la soltura en las intervenciones, sin excepciones, de todos los participantes. Un público variopinto, en este caso constituido por unos pocos especialistas que variaban, según el tema, algunos estudiantes y una mayoría de personas sin ninguna formación en ciencias. La mayoría de ese «gran público» asistieron a las 3 sesiones y manifestaron sus ganas de profundizar más en el tema. Una respuesta tan positiva como inesperada, que obligó a la organización a prolongar las sesiones mucho más allá de la hora y media programada.

El otro acto que puede calificarse de éxito rotundo fue el café científico. En esta actividad singular ya descrita, se reunieron 120 personas de formaciones e intereses muy variados: científicos, divulgadores, periodistas, arquitectos, profesores, expertos en museos y público general. Puesto que el 100% de los asistentes se mostró a favor de realizar anualmente esta actividad, se prevé repetirla en ese mismo entorno. De hecho, tan sólo unos meses después de finalizar el primer Otoño Científico de Barcelona, nos encontramos ya en la preparación de la segunda edición, mejorada y ampliada, de este festival de ciencia, que quiere convertirse

en un habitual en la agenda científica de la ciudad. Para más información, en breve se podrá consultar la publicación del Ayuntamiento de Barcelona «El otoño de la Biodiversidad: un festival científico para Barcelona», de la nueva colección «Investigación y Acción».

La organización del otoño científico, con actuaciones desarrolladas principalmente fuera de los museos, en el territorio de la propia ciudad y ante un foro de intereses plurales, es una iniciativa dirigida a promover la sensibilización social en el campo de la cultura científica. No se nos puede escapar que una convocatoria al año de las características de la Semana de la Ciencia es síntoma de lo mucho que todavía queda por hacer. Los otoños científicos pretenden dar mayor permanencia en el panorama cultural a las actividades de la Semana de la Ciencia, tratando de conseguir que a la larga esa convocatoria pueda tomarse como un hito en el año, es decir que sea una referencia para establecer el ritmo de las actividades de cultura científica realizadas con regularidad durante todo el año.

### **A modo de conclusión: patrimonio, producción cultural y usuarios**

Desde siempre, y también de cara al futuro, las tres palabras clave de un museo de ciencias naturales son: patrimonio, producción cultural y usuarios. Entre el pasado reciente y el futuro que llega, deben cambiar algunas cosas, pero sobre todo hay que dar mayor importancia a los usuarios. Digamos que los museos tienen por objetivo práctico de cada día conseguir visitantes nuevos y conseguir que los antiguos vuelvan. En definitiva, que la población se acostumbre a ir al museo como una opción más de las muchas que tiene para ocupar su tiempo de ocio, y desde luego, para aprender a su antojo.

En nuestro siglo, los museos de ciencias deben posicionarse a tenor de sus objetivos pero teniendo en cuenta las necesidades de la sociedad. Para poder cumplir su papel científico y social, y para reconquistar una buena imagen pública, la mayoría de museos tradicionales deberán «remodelar» el formato de sus servicios y aplicarse en evaluarlos. En esta sección se relacionan nueve principios generales a tener en cuenta.

*Valor del museo.* Hay que partir del hecho que es depositario de un legado patrimonial, que es un centro de referencia científico, y que es una institución copartícipe en la educación y promoción del conocimiento entre el público. La nueva imagen debe poner todo ello de relieve, y, a la vez, debe presentar el centro como un espacio público de encuentro, próximo a la vida cotidiana de los ciudadanos. Mediante sus expertos, recursos y actividades el museo ofrece las condiciones óptimas para propiciar la reflexión, la socialización, la instrucción y la formación científica.

*Redescubrir el patrimonio.* No hay que dar la espalda al patrimonio ni esconderlo, sino redescubrirlo para ponerlo en valor. Los mismos objetos tienen nuevas lecturas y lo que hay que hacer es remodelar los museos que custodian patrimonio para adecuarse y adecuarlo a la sociedad del presente.

*Objetivo principal.* Se trata de consolidar el tránsito entre el museo contenedor de patrimonio hacia un equipamiento generador de cultura y de servicios de calidad.

*Criterios básicos.* La organización del museo debe conseguir cumplir sus principales funciones: la de conservar y divulgar, con la vista puesta en maximizar la calidad del servicio público, sin olvidar el coste pero intentando dar prestaciones de altura. Finalmente, debe obtener una alta eficacia a unos costes razonables.

*Intención de la oferta.* Los museos deben crear opinión, y no deben doblarse al son que tocan las modas y dar más de lo que más se pide, sino contribuir a que se pida más de lo que el museo cree que vale la pena dar. Todo ello sin olvidar que hay que saber comprender al público, y que el museo debe establecer un diálogo con la ciudadanía, evitando caer en un discurso en forma de monólogo, que sería estéril.

*Viabilidad.* El dinamismo y la competencia de la sociedad actual exigen a las instituciones museísticas una organización y gestión modelica. En cuanto a la estructura organizativa del museo, independientemente del tamaño, deben considerarse dos áreas, la de programas y la de administración de recursos. En los programas hay dos grandes apartados: el de colecciones e investigación y el de exposiciones y difusión. En cuanto a la gestión, debe ser profesional y eficiente. Debe basarse en una estructura funcional no burocratizada, con una formación adecuada del equipo técnico, que asegure su implicación total en la función del museo, lo mismo que para el equipo adminis-

trativo, que debe ser eficaz, y debe ser consciente, entre otras cosas, de los objetivos finales de la institución. Respecto a la eficiencia, la gestión debe impedir la generación de déficit, actuando sobre el control de costes y trabajando en la consecución de ingresos propios.

*Rentabilidad.* La valoración de la actividad del museo no puede ni debe nunca basarse simplemente en el recuento del balance de explotación económico o el simple recuento de visitantes. Hay que tener en cuenta los valores añadidos tangibles pero también los intangibles. En el primer apartado, hay que realizar el balance económico, contabilizando las aportaciones de patrocinadores, la visibilidad en los medios de comunicación, contando el número de visitantes o el de actividades concretas. En el apartado de intangibles, hay que valorar la aportación en educación formal y no formal, valorar la efectividad y actividad del museo como espacio de socialización, y tener en cuenta no solamente la cantidad sino también la calidad de las acciones y servicios ofrecidos por el museo.

*El público más informado elige mejor.* Para comunicar con el público hay que conocerlo. Los estudios de mercado son un elemento clave para tener indicadores de la sintonía entre la oferta del museo y la demanda de sus usuarios. Gracias a la evaluación de las exposiciones, además, se puede conocer el efecto cualitativo de la actividad, en términos de impacto, actitud, motivación y adquisición de nuevos conocimientos (Pérez Santos, 2000). Ello permite a su vez tener criterios para aumentar el número de usuarios y convertir a los visitantes ocasionales en clientes.

*De usuarios a clientes.* Los usuarios tradicionales de los museos de ciencias son: los visitantes de las exposiciones, los consultores de colecciones, los usuarios de la biblioteca, los consumidores de servicios culturales y los consultores de los laboratorios y otros servicios técnicos del museo. Para incrementar numéricamente el número de usuarios y para convertirlos en clientes del museo de ciencias tradicional, hace falta:

- Invertir en tecnología: el trabajo y la gestión de servicios requieren actualizar el instrumental técnico e informático. Las personas que dan el servicio tienen que poseer la formación adecuada.
- Participar en redes de museos: para el intercambio de información, unificar criterios y realizar un mismo tratamiento de las colecciones, e

— Impulsar programas de ocio y formación: para actualizar la promoción del conocimiento científico y las exposiciones a las necesidades actuales de la sociedad.

El Observatorio Científico de la Ciudad Mediterránea ha sido diseñado siguiendo estas premisas: invierte en tecnología, crea una red de museos e impulsa programas de ocio y formación en ciencia. Aplicando el criterio científico de contrastar los modelos con la experimentación, en los próximos años analizaremos, de forma crítica, los resultados de este programa.

## Referencias bibliográficas

- ALBERCH, P. (1994): «The identity crisis of natural history museums at the end of the twentieth century», en *Towards the Museum of the future*, Londres, Routledge.
- AYUNTAMIENTO DE BARCELONA (1999): *Tesoros de la Naturaleza*, Barcelona, Instituto de Cultura de Barcelona.
- DELACOTTE, G. (1998): «Postface», en *La révolution de la muséologie des sciences*, Presses Universitaires de Lyon, Editions MultiMondes.
- DOMÍNGUEZ, M. (2001): «El progreso de la ciencia», *Lataia*, 1: 11-13, Ayuntamiento de Barcelona.
- EIDELMAN J. y VAN PRAËT, M.t (dirs.) (2000): *La muséologie des sciences et ses publics*, Paris, Presses Universitaires de France.
- FERNÁNDEZ, A. (1999): *Introducción a la nueva museología*, Madrid, Alianza Editorial.
- FINN, R. (1998): «Científicos y periodistas», *Quark*, 10: 47-57.
- GUERRERO, R. (1998): «Escultura y bricolaje», *Quark*, 17: 7-10.
- INSTITUTO DE CULTURA DE BARCELONA (2001): *Uso y actitudes hacia los museos de Barcelona*, Ayuntamiento de Barcelona.
- MARGALEF, R. (1999): «Francesc Español Coll (1907-1999), biòleg i naturalista exemplar», *Miscel·lània Zoològica*, Museo de Zoología, Ayuntamiento de Barcelona.
- MOSTERÍN, J. (1999): «Límites del conocimiento y de la acción» (La Filosofía, Hoy XXVI), *Boletín Informativo de la Fundación Juan March*, agosto-septiembre, 3-13.
- PÉREZ-OLIVA, M. (1998): «Valor añadido de la comunicación científica», *Quark*, 10: 58-69.
- PÉREZ SANTOS, E. (2000): *Estudios de visitantes en museos. Metodología y aplicaciones*, Gijón, Ediciones Trea.
- PITTMANN, N. (1991): «Writing a museum education policy: introductory remarks», *GEM Newsletter*, 43, Nottingham, Group for Education in Museums.
- PRATS, C. y FLOS, J. (1991): «Ecology at an exhibition: impact and informal learning», *Oecologia aquatica*, 10: 393-409, Universidad de Barcelona.
- RESNIK, D. (1998): «Problemas y dilemas éticos en la interacción entre ciencia y medios de comunicación», *Quark*, 13: 59-76.
- SEMIR, V. de (1997): «¿Quién mató la sección de ciencia?», *Quark*, 9: 4-6.



# Valorización de los museos científicos y tecnologías de la información y de la comunicación

*Paolo Galluzzi*

El cambio de milenio ha activado el auge de las reflexiones sobre la institución Museo, sobre sus funciones en la sociedad contemporánea y sobre sus futuras perspectivas. La polémica se ha centrado sobre todo en los museos de arte, espacio que ha gozado siempre de privilegios en el debate museológico, mientras que la problemática de los museos científico-técnicos ha quedado siempre al margen. No obstante, el complejo y variado mundo de los museos científicos viene manifestando unas tendencias evolutivas merecedoras de nuestra atención.

Mis reflexiones se centrarán principalmente, aunque no de manera estricta, en la reciente evolución y en la óptima situación de los museos científico-técnicos de carácter exclusiva o fundamentalmente histórico.

Como es sabido, las principales motivaciones que alimentaron, a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, la creación de los museos de ciencia, técnica e industria, fueron la necesidad de difundir la función de la ciencia como motor del progreso moral, civil e intelectual y como garante de la prosperidad. También debemos destacar la exigencia en aquel entonces de utilizar los museos como promoción de la identidad nacional mediante la celebración de las conquistas de la industria y de los grandes inventores nacionales.

Con el tiempo, estas motivaciones fueron atenuándose, o bien encontraron su expresión en sedes o canales de comunicación ajenos a los museos científicos de carácter histórico. Estas estructuras sufrieron una crisis de identidad, una crisis que conllevó la pérdida de sentido de sus colecciones, que a menudo han permanecido «fossilizadas»

en contenedores sin una finalidad concreta y sin una eficaz estrategia de comunicación. Así pues, muchos de los acopios de la memoria científico-técnica han quedado a la larga excluidos de la comunicación cultural, como consecuencia, sobre todo, de su incapacidad de mantener los imprescindibles intercambios con la comunidad científica en cuestión. Esta última ha considerado con frecuencia a los museos de tipo histórico como los cementerios del conocimiento, antes que los yacimientos que puede utilizar para presentar la compleja evolución histórica de la ciencia y su dimensión cultural a un público más amplio.

El espacio de comunicación abandonado por las colecciones científicas de interés histórico ha sido ocupado por unas nuevas estructuras, radicalmente distintas, como son los *science centres*. Estas estructuras, generalmente, carecen de colecciones (aunque a veces se desarrollen en el interior de los museos dotados de colecciones históricas). Presentan *exhibits* contruidos a propósito (es decir, que no derivan de los aparatos utilizados en la investigación), proyectados sobre la base de una filosofía *bottom-up* (el visitante es el protagonista, no lo experimenta, pero provoca él mismo el proceso que induce a la observación, la evaluación y el descubrimiento), netamente distinta de la filosofía *top-down* de los museos tradicionales. En los *science centres*, que se han ido extendiendo progresivamente en todo el mundo (pero que difícilmente están presentes y, en muchos casos, totalmente ausentes en los países del Mediterráneo), el mensaje transmitido aparece invertido respecto al museo tradicional. Mientras en éste último la palabra clave es «mirar, pero no tocar», en los otros se invita obligatoriamente a manipular y explorar.

En los últimos años, el escenario que sistemáticamente he diseñado ha ido evidenciando unos procesos dinámicos notablemente interesantes.

En lo que respecta a los *science centres*, se observa de hecho una álgida discusión en la cual muchas voces sugieren la oportunidad de reconsiderar y reevaluar la misión y las estrategias de comunicación. Por una parte, se lamenta el riesgo de una progresiva pérdida de autonomía, como consecuencia de los elevadísimos costes para mantener y continuamente actualizar estas estructuras que obligan a dedicar espacios expositores cada vez mayores para el montaje de «escaparates» promocionales de la producción avanzada de industrias-patroci-



nadores. Otra de las consecuencias negativas de la posible pérdida de autonomía es que los *science centres* tienden a favorecer las aplicaciones técnicas más fantasmagóricas, robando espacio y atención a la presentación de la problemática de la investigación fundamental.

La propia palabra clave de la interactividad, con la filosofía pedagógica a la cual obedece y con el instrumento operativo que la diferencia (el del *exhibit hands-on*), está actualmente sometida a debate. De hecho, se ha subrayado que *hands-on* no implica necesariamente *mind-on*. Otros estigmatizan que el concepto de *edutainment* (palabra compuesta de *education* y *entertainment*), en el cual se inspiran siempre los *science centres* para atraer también al público que no se siente espontáneamente interesado por los temas técnico-científicos, acabe tal vez por transformar al *science centre* en un parque de atracciones (que sufre la competencia de estructuras comerciales que utilizan la interactividad con fines meramente lúdicos). Para finalizar, otras partes subrayan la repetitividad de los contenidos y de las estrategias de comunicación de la mayoría de los *science centres*, hasta el punto de que se ha dicho que basta visitar dos o tres de ellos para conocerlos todos. Es verdad que esta opinión es demasiado despiadada, aunque indudablemente recoge los efectos de un eficaz proceso de homogeneización y de globalización de este tipo de estructuras museísticas.

Paralelamente a la intensificación de la reflexión crítica sobre los *science centres*, en los últimos años han ido apareciendo también esperanzadoras señales de recuperación del interés por los museos y las colecciones científico-técnicas de interés histórico. Una importante contribución para este despertar ha sido la ofrecida por el desarrollo y continuo perfeccionamiento de los estudios de historia de las ciencias, que han adquirido en estas últimas décadas un relieve y una difusión verdaderamente sobresaliente. Específicamente, la historiografía más reciente de la ciencia ha venido prestando una atención cada vez mayor a los instrumentos y a las colecciones científico-técnicas. Se han dedicado investigaciones ejemplares a la actividad experimental y a los procedimientos y aparatos utilizados por ella. Dichas investigaciones han demostrado con toda seriedad las interacciones entre las interpretaciones de los experimentos y el marco teórico en cuestión, así como la influencia no marginal de los factores sociales. Contextualmente, se han dedicado amplios estudios a los constructores de instrumentos, a los

laboratorios científicos y a la teatralización de los experimentos, a la vez que se han publicado numerosos catálogos de colecciones poco conocidas e incluso desconocidas. Resumiendo, se ha indagado con métodos y perspectivas nuevas el fenómeno de los museos y del coleccionismo científicos, de los cuales se ha mostrado su complejidad, las variaciones locales y la función del punto de encuentro, por una parte, entre las necesidades de promoción y las de visibilidad social, y por otra, entre los impulsos utópicos de reforma radical del saber y la organización tradicional de la cultura.

Además, la atención de los históricos de la ciencia ha dejado de limitarse únicamente a los grandes personajes y a las fases revolucionarias, ampliando la mirada al movimiento científico en su totalidad y a las situaciones locales, incluso las consideradas marginales durante mucho tiempo, contribuyendo así a devolver el interés por las colecciones, documentos y productos manufacturados tradicionalmente descuidados.

En conclusión, numerosos trabajos han evidenciado la contribución que el estudio de los instrumentos científicos puede ofrecer para comprender mejor los aspectos no marginales de la actividad en los campos que hoy consideramos totalmente ajenos a la ciencia. Esto resulta especialmente evidente en lo que respecta a la producción artística del Renacimiento. Tal como han demostrado eficazmente algunos estudios recientes, los artistas renacentistas utilizaron sistemáticamente métodos e instrumentos científicos en la preparación y elaboración de sus trabajos. Algunos de estos artistas, además, inventaron o perfeccionaron importantes instrumentos ópticos y de medición, que se conservan actualmente en los museos de historia de la ciencia.

Este conjunto de factores ha contribuido a reclamar la atención sobre las colecciones de ciencia y técnica y a impulsar diversas iniciativas para valorizarla y hacerla accesible al público en general. Por una serie de razones, este último objetivo se encuentra todavía con muchas dificultades.

Destaca, sobre todo, la práctica ausencia de presentaciones históricas de las ciencias y de las técnicas en los *curricula* formativos de las escuelas de todo el mundo. No se consigue que los visitantes de los museos científico-técnicos superen su handicap de conocimientos básicos netamente superior al de los visitantes de los museos artísticos. La situación tampoco parece más ventajosa para el visitante que

haya cursado estudios científicos, dado que estos prescinden con frecuencia de la perspectiva histórica. Ni tampoco consigue que muchos de los testimonios materiales conservados en los museos resulten no tan sólo incomprensibles incluso para el visitante científico, sino que a menudo le comprometen en situaciones embarazosas y puede que incluso, le provoquen unas actitudes instintivas de rechazo.

También debe añadirse que no puede percibirse la importancia de las colecciones histórico-científicas mediante una simple inspección directa de únicamente los objetos. De hecho, debe contemplarse la red de relaciones lógicas y cronológicas que mantiene la pieza examinada con los demás objetos (propios y ajenos a la colección), con la problemática teórica en cuestión y con los estándares de análisis, de evaluación y de certificación utilizados en el contexto en el cual fue concebido y utilizado. Debe decirse que no es fácil dar una respuesta eficaz a estas necesidades de información con rótulos y paneles, es decir con el armamento comunicativo tradicional del Museo.

Otra dificultad es la que se deriva del hecho de que este tipo de bienes no puede ser explicado adecuadamente con descripciones meramente verbales, puesto que para conseguir la total comprensión, sobre todo por parte del público no especializado, es necesario exhibir la dinámica de funcionamiento y visualizar su contexto operativo. Con frecuencia, los Museos sugieren estas operaciones mediante esquemas gráficos que ofrecen una respuesta meramente parcial al problema.

La conciencia de estas limitaciones ha estimulado a los responsables de los Museos de historia de la ciencia a elaborar nuevos instrumentos y nuevas estrategias de comunicación, con el objeto de restituir a las investigaciones históricas su enorme capacidad de reclamo entre el público.

En determinados casos, se ha intentado trasladar a los museos históricos métodos de presentación copiados de los *science centres*, mediante la escenificación de réplicas de los instrumentos y de los aparatos experimentales originales, que pueden ser manipuladas por los visitantes.

Nos hemos dedicado con cierta frecuencia —y esto es lo que ha intentado hacer también la institución que dirijo— a desarrollar iniciativas propagadoras de la cultura científica, una exigencia actualmente muy percibida en todo el mundo occidental que difícilmente

se ha verificado en los museos científicos de carácter histórico. En Italia los esfuerzos acometidos en esta dirección han contribuido a la convicción de que la valorización de los museos históricos de la ciencia y de la técnica puede contribuir eficazmente a arraigar y difundir ampliamente entre los ciudadanos el interés por la cultura científico-técnica. Resulta evidente que la devolución a los museos históricos de la ciencia y de la técnica de una misión como esta, con el valor que esto implica, incluso en el ámbito civil, comporta un considerable aumento de las responsabilidades de los cuidadores con relación a sus tradicionales papeles de conservación, catalogación y exposición del patrimonio.

Otra vía, utilizada en los últimos años con unos resultados muy significativos, es la formada por la elaboración por parte de los museos científicos de exposiciones temporales y laboratorios didácticos. Se destaca enormemente la importancia de la realización de muestras, dado que las muestras bien concebidas ofrecen una nueva concepción de los métodos y de las estrategias de comunicación tradicionalmente utilizadas en los museos. En realidad, las muestras recomponen aquello que ha estado alejado de los procesos históricos de especialización, de los cuales se derivan los museos actuales, con su notoria distinción por disciplinas y géneros. Las muestras reúnen instrumentos y aparatos experimentales pertenecientes a diversas colecciones, los someten de nuevo al debate científico del cual formaron parte o fueron expresión, los integran en las exposiciones de libros, manuscritos y documentos, pinturas, dibujos, decorados, vestidos, medallas, imágenes de personajes, *exhibits* concebidos a propósito y reconstrucciones del trasfondo cultural y social. De este modo, el visitante dispone de las mejores condiciones posibles para captar la complejidad de los procesos de indagación y descubrimiento (incluidos aquellos que obtuvieron unos resultados negativos).

Asimismo, las buenas muestras ofrecen al público en general una síntesis eficaz de las conclusiones a las cuales ha llegado la investigación más avanzada, desarrollando así una importantísima función de actualización de la información a la cual los museos, con su inmovilidad expositiva, no consiguen casi nunca responder de manera adecuada.

En los últimos años, para valorizar las propias colecciones, los museos de historia de la ciencia han recurrido cada vez más, además de a las muestras, a las tecnologías de la información y de la comuni-

cación. Pese a la determinación con la cual se ha procedido en esta dirección, considero que todavía no se ha aprovechado del todo la enorme potencialidad de estos nuevos instrumentos. La álgida discusión actual sobre los presuntos riesgos del consumo puramente «virtual» de las colecciones museísticas es, en realidad, un síntoma claro de resistencia por parte de los funcionarios de los museos a utilizar sistemáticamente estos nuevos instrumentos. Estoy convencido de que se ha planteado mal la cuestión. De hecho, el problema no es contraponer lo «real» a lo «virtual», si no más bien utilizar lo «virtual» para iluminar mejor el objeto real que, si se presenta como un átomo aislado, resulta indescifrable.

Por consiguiente, el peligro no radica en el uso virtual, sino en el mal uso o el uso limitado que se hace habitualmente de estos instrumentos en muchos museos, tanto de arte como de ciencia o técnica. Existe pues el riesgo de que la inercia de la función tradicional del museo, que reafirma con tozudez en el dominio virtual los vínculos de la especialización por géneros y disciplinas, acabe por frustrar la extraordinaria oportunidad de relanzar la función de los museos que ofrecen las nuevas tecnologías.

De hecho, los instrumentos del ICT pueden ser utilizados para superar satisfactoriamente muchos de los límites de las tradicionales estrategias de comunicación de los museos científicos. Además, pueden determinar (sobre todo gracias a las redes telemáticas) las condiciones favorables para establecer colaboraciones —que resultan indispensables— entre varios museos y entre los museos y los centros de investigación, favoreciendo así la participación activa de los museos en las iniciativas para la difusión de la cultura científica. Por el contrario, se observa que a menudo los museos abren las puertas a la innovación digital sólo para perpetuar de manera más relumbrante, moderna y sugerente la misión sacerdotal del museo-templo y del museo-microcosmo.

La idea del museo virtual que parece estar imponiéndose es, en realidad, la idea del clon digital del museo real, del cual se aceptan todos los vínculos: se reconstruyen, con el máximo realismo posible, las estructuras murales y las salas, se aceptan, sin preocuparse de integrarlas, las lagunas de la colección, se mantienen las sectorializaciones internas. Para que tenga sentido y sea útil, el museo «virtual» debería, por el contrario, configurarse de manera programáticamente

distinta al museo «real». En la dimensión del ciberespacio, éste constituirá únicamente el punto de partida y de retorno de los recorridos que no se limiten al perímetro interior del museo, ni tampoco a la única disciplina o al género al cual pertenece. Debe caber la posibilidad de explorar no tan sólo un objeto, sino también ideas y personajes, lugares y acontecimientos, existir varios grados de profundización, posibilidad de acceso a soportes didácticos, etc.

La concepción del siglo XIX del museo templo, lugar simbólico-evocador por excelencia, no puede ser trasladada tal cual al ciberespacio, dónde no existen salas de exposición ni objetos que venerar en la «aura» mágica del museo, capaz por sí sola de provocar emociones que apagan el ánimo. En el ciberespacio simplemente se encuentran algoritmos para decodificar, clasificar y comparar entre ellos.

Las reflexiones y los análisis que se han ido proponiendo han inspirado, en la última década, la revisión de las finalidades y de las estrategias de comunicación del Instituto y Museo de Historia de la Ciencia de Florencia. Para ello, el uso de las nuevas tecnologías ha jugado un papel determinante.

Tal como puede intuirse por su complejo título, el Instituto y Museo de Historia de la Ciencia de Florencia, es una estructura enormemente articulada. En realidad, y antes que nada, es *Instituto*, en el sentido en que dispone de una rica biblioteca de investigación actualizada continuamente, un punto de referencia a escala internacional para los estudiosos de la historia de la ciencia y de la técnica. Funciona además como centro de documentación para las disciplinas histórico-científicas; dispone de un archivo histórico considerable, que documenta puntualmente los acontecimientos de las conspicuas colecciones museísticas, desde su creación a mitades del siglo XVI. La institución florentina, que ha organizado en los últimos 15 años numerosas muestras sobre temáticas histórico-científicas, muchas de las cuales han tenido una reconocida y prestigiosa repercusión internacional, conserva una de las colecciones más importantes del planeta de instrumentos físico-matemáticos de la Edad Moderna. Se trata de más de 7.000 piezas (actualmente se exponen poco más de mil) que documentan el cuidado con el que primero la dinastía Medicea (siglos XVI y XVII, sobre todo) y, posteriormente, la Lorenese (segunda mitad del siglo XVIII - primera mitad del siglo XIX) recogieron los objetos y documentos de gran importancia y valor re-

lacionados con la evolución de las ciencias en el Gran Ducado de Toscana. Puesto que entre el siglo XVI y el XVII, la Toscana fue uno de los centros más creativos e innovadores en el proceso de transformar radicalmente las ciencias que actualmente conocemos como Revolución Científica, significa que los instrumentos y los aparatos experimentales que se conservan en el Instituto y Museo de Historia de la Ciencia representan un conjunto excepcional, un precioso monumento que ilustra algunos momentos fundamentales de la evolución de las ciencias en el mundo occidental. Para ello bastaría recordar, entre los objetos conservados, el catalejo de Galileo, su compás geométrico y militar, la lente objetiva del catalejo con el cual el científico de Pisa descubrió los satélites de Júpiter, su extraordinario giovilabio (una calculadora analógica para determinar los períodos de los satélites de Júpiter), o bien destacar el carácter excepcional de los aparatos científicos (sobre todo termómetros, de varias formas y funciones, barómetros, higrómetros, etc.) de la Academia del Cemento (1656-1666), la primera academia científica europea.

A pesar de la presencia en la exposición permanente del Instituto y Museo de Historia de la Ciencia de objetos y personajes que han contribuido a cambiar el propio modo de concebir el mundo natural gracias a la introducción de conceptos y leyes totalmente nuevas queda, no obstante, por las razones anteriormente mencionadas, un trabajo enormemente arduo que es el de transmitir al visitante las apasionantes (y a menudo enormemente complejas) historias que podrían contar los objetos expuestos en las vitrinas. Tarea que incluso puede llegar a ser imposible si nos limitamos a utilizar las tradicionales estrategias de comunicación de los museos (rótulos, paneles, etc.).

Para afrontar y superar este reto —que corresponde al objetivo de dar vida a un *public understanding* también de los objetos históricos de las ciencias y las técnicas— el Instituto y Museo de Historia de la Ciencia ha emprendido tempranamente y con una enorme determinación la vía de la experimentación de las nuevas tecnologías infotemáticas. Es probable que la experiencia florentina no ofrezca un carácter ejemplar; ni yo intento proponerla como modelo a imitar. Y, sin embargo, por el considerable tamaño de la inversión en recursos humanos y en equipos y por su duración de más de una década, puede que no sea atrevido intentar un primer balance de estas experiencias, examinando sus finalidades, sus métodos y sus resultados.

La implantación siempre a la larga de las tecnologías informáticas en nuestro Instituto, a partir de finales de los años ochenta, se ha visto acompañada de la progresiva y no lineal definición de los objetivos a perseguir con el empleo de dichos instrumentos. En general, nos hemos esforzado en superar con estos nuevos medios aquellos límites de comunicación de las colecciones históricas de ciencia y técnica sobre las que he insistido anteriormente, límites que han excluido durante mucho tiempo a los museos científicos del consumo cultural masivo. A finales de 1994, nuestro Instituto inauguró una página web, concebida como una caja de expansión de las estrategias de comunicación y como un centro de servicios para la enorme y variada audiencia (investigadores, estudiantes, ciudadanos) potencialmente interesada, a escala planetaria, por nuestra oferta. Nuestra web ([www.imss.fi.it](http://www.imss.fi.it)) se configura actualmente como un portal de difusión de la cultura científica continuamente actualizado, un instrumento de promoción de las iniciativas de nuestro Instituto y un espacio para comprender las necesidades y las expectativas de aquellos que la consultan así como para recoger sus valoraciones, con el objeto de mejorar constantemente el servicio. El usuario a distancia es una nueva realidad, una importante realidad, que merece la máxima atención, aunque no pague la entrada al Museo.

Desearía llamar su atención sobre los datos estadísticos relativos al público de nuestra web. Estos datos reflejan el impacto realmente extraordinario de las comunicaciones transmitidas a través de Internet, permitiéndonos palpar la enorme responsabilidad de certificación de la calidad de la información que recae en los cuidadores de los museos presentes en las redes telemáticas: nuestra web registró más de treinta millones de visitas en el 2002.

No insistiré aquí en los múltiples proyectos de investigación acometidos con el uso de las nuevas tecnologías destinados a ofrecer servicios de calidad a la comunidad internacional de los históricos de la Ciencia. Me limitaré a insistir en las iniciativas asumidas para valorizar las colecciones museísticas. El modelo que hemos desarrollado se llama Catálogo Multimedia (Fig. 1). Ha supuesto una enorme inversión financiera y de recursos intelectuales durante un período de seis años. Actualmente el trabajo ya ha finalizado y en el 2003 verá la luz el DVD que contiene el catálogo. El Catálogo Multimedia —disponible



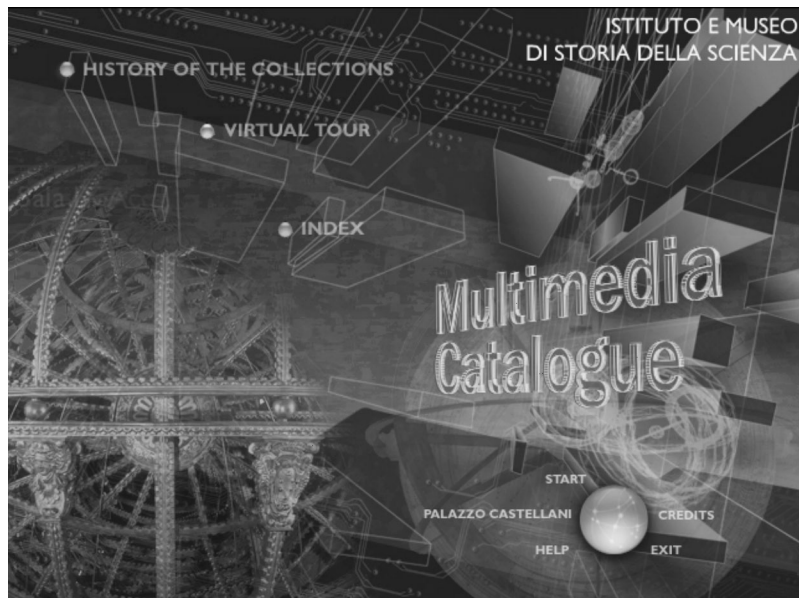
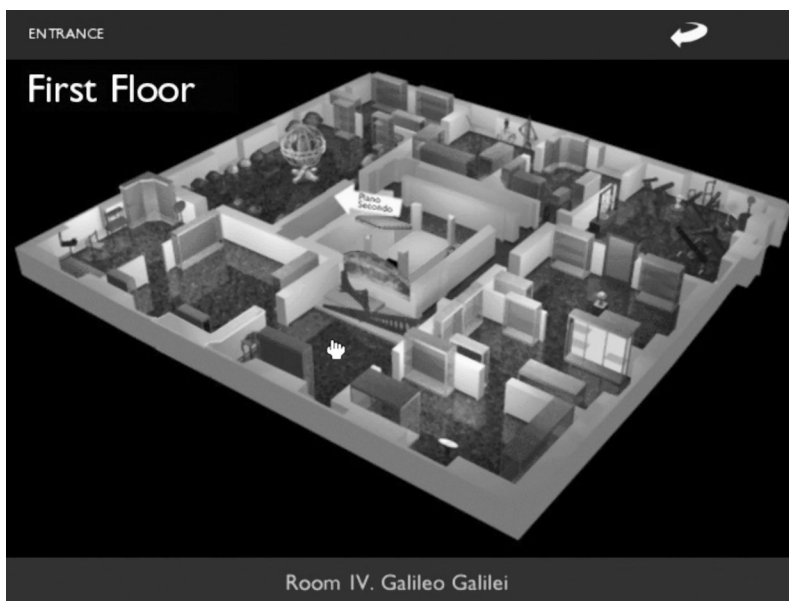
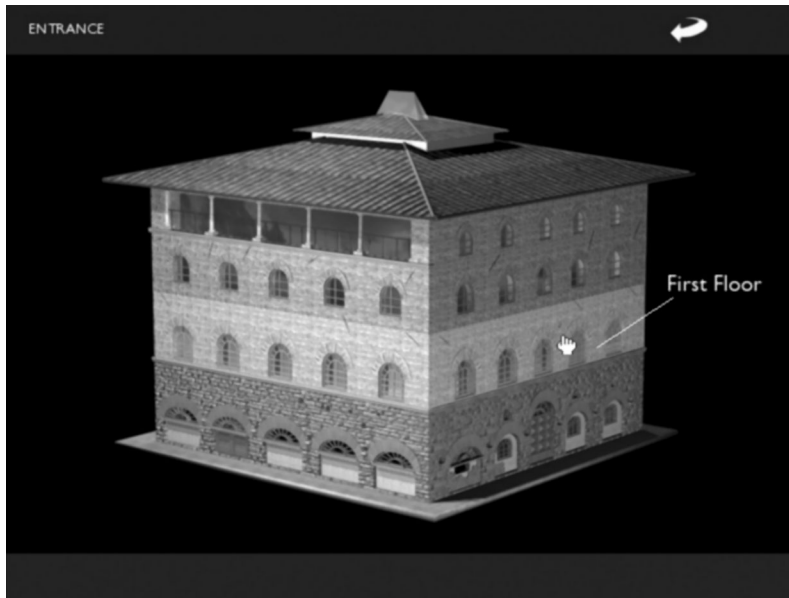


Fig. 1. La home page del Catálogo Multimedia

también en versión *on line*— ha sido concebido para responder a algunos objetivos fundamentales.

1. Permitir al visitante acceder tanto a las salas del museo, como a través de Internet, a los objetos expuestos, pudiendo visualizar la organización en el espacio físico del Museo (Fig. 2-4). Se trata del primer nivel de reintegración, y que corresponde a una fiel representación del Museo, de cómo está organizado físicamente, en dimensión virtual.
2. Ofrecer una información estructurada y la posibilidad de explorar virtualmente los objetos con arreglo a algunos requisitos fundamentales:
  - a) permitir una lectura crítica y la exploración de los objetos individuales (Fig. 5);
  - b) mostrar las relaciones de los objetos con su contexto de referencia (Fig. 6);
  - c) favorecer, a través de la animación (Fig. 7), la visualización del funcionamiento y una clara comprensión de los principios a los que obedecen;



Figs. 2-4. El Catálogo Multimedia permite un recorrido visual de la sede del Instituto y Museo de Historia de la Ciencia recorriendo los pisos en los cuales se desarrolla el museo hasta las salas de exposición



Figs. 2-4 (continuación). El Catálogo Multimedia permite un recorrido visual de la sede del Instituto y Museo de Historia de la Ciencia recorriendo los pisos en los cuales se desarrolla el museo, hasta las salas de exposición



Fig. 5. El interfaz-objeto del Catálogo Multimedia



Fig. 6. Una de las presentaciones concebidas para contextualizar los objetos expuestos

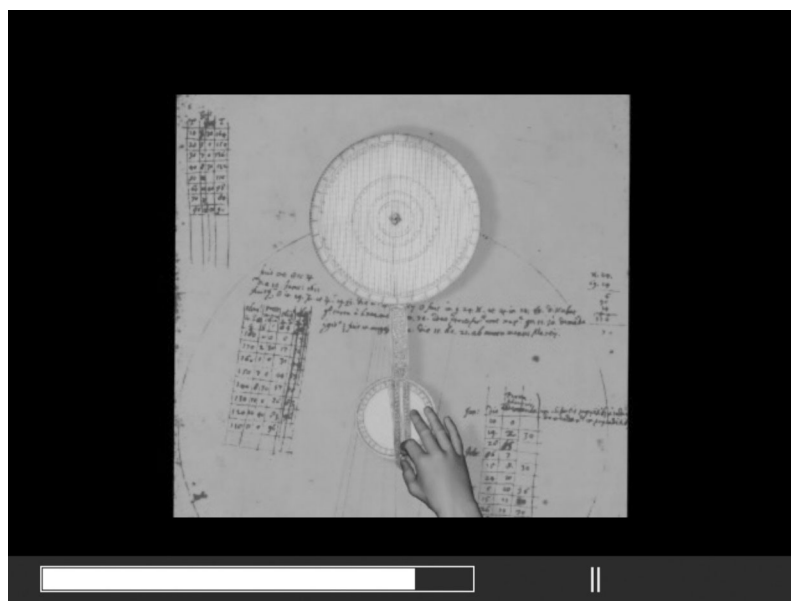


Fig. 7. Una pantalla de una de las numerosas animaciones que enriquecen el Catálogo Multimedia; en este caso, la animación ilustra el funcionamiento del *Giovilabio* de Galileo

- d) permitir la comparación y la integración de los objetos de nuestro Museo con aquellos conceptual y/o históricamente relacionados, propiedad de otras instituciones;
- e) ofrecer los instrumentos necesarios para profundizar en los temas generales (relacionando la colección con los recursos bibliográficos y de archivo presentes en las tiendas digitales de nuestra institución);
- f) integrar con nuevas posibilidades la lógica tradicional de la visita *object oriented*; esto significa que el visitante puede seleccionar múltiples modalidades de visita (Fig. 8): a partir de unos temas y problemas específicos (nombre de un científico o inventor, denominación de un objeto, etc.) se puede acceder directamente a los objetos relacionados con la *query*.



Fig. 8. El usuario puede seleccionar un tema (en este caso, Astronomía árabe) desde el cual acceder directamente a los objetos relacionados (haciendo clic en *Related objects* presentes en el Catálogo Multimedia

El Catálogo Multimedia es un instrumento formidable, capaz de transformar radicalmente el nivel de implicación y de motivación de los visitantes y de aumentar exponencialmente su capacidad de aprendizaje. La experimentación del catálogo recientemente llevada a cabo con los visitantes de carne y hueso en las salas del museo nos ha convencido de la necesidad de personalizar soluciones adecuadas para permitir su uso en el interior de las salas de exposición. Para ello, llevamos tiempo trabajando con socios tecnológicos autorizados en el desarrollo de un pequeño terminal portátil que permitirá que cada uno de los visitantes pueda moverse en los ambientes de la exposición y disfrutar de todas las posibles informaciones y de la inmersión interactiva que le pondrá a su disposición el Catálogo Multimedia. El terminal, que ya funciona como prototipo operativo, está en fase de experimentación en las salas del Museo. Gracias a esta solución, podrá mantenerse en la exposición de los objetos la máxima elegancia y solemnidad (es decir, sin necesidad de ordenadores fijos) y ofrecer, al mismo tiempo, al visitante que solicite este servicio, un instrumento divertido, interactivo, capaz de hacerle comprender en su totalidad el significado de los objetos expuestos, sin molestar a los demás visitantes y con la posibilidad de elegir las páginas del Catálogo Multimedia que le interesen para posteriormente recibirlas en su CD ROM y/o por vía telemática.

Merece destacarse que, en este caso, no se ha tratado de la fortuita convergencia de una solución técnica (el pequeño terminal) y de un contenido estructurado (el catálogo), sino de la implantación de un nuevo *hardware* destinado a la consulta de los contenidos desarrollados con anterioridad. El Catálogo Multimedia y el terminal portátil suponen una transformación radical de las estrategias de comunicación, transformación que se verá acentuada en el futuro.

De hecho ya está funcionando otro instrumento, proyectado de manera integrada al Catálogo Multimedia anteriormente mencionado. Se trata de un hipertexto (que puede consultarse tanto en Internet como *off-line*), «Los lugares de la Ciencia en la Toscana» (Fig. 9) permite al visitante pasar de las consultas de las colecciones del Museo a la visita virtual de los lugares de interés para la historia de la ciencia y de la técnica existentes en la región de la Toscana. De esta manera se ofrece también una visión «explosiva» de la colección en el contexto territorial. Este instrumento ofrece al visitante del museo la posibilidad no



Fig. 9. La home page de *I Luoghi della Scienza in Toscana*

tan sólo de ampliar sus propios horizontes culturales, sino también de preparar itinerarios de visita «reales», lo que estimula y ayuda con indicaciones sugerentes y cualificadas al turismo técnico-científico, que todavía hoy constituye un fenómeno raro y marginal.

Por otra parte, las muestras temporales y las exclusivamente virtuales promovidas continuamente durante los últimos años por nuestro Instituto para el mercado internacional, se configuran también como unos instrumentos de integración de los productos anteriormente mencionados. Estos instrumentos están destinados a visualizar —utilizando el entorno multimedia, las reconstrucciones en 3D y las animaciones— las evidencias más claras de la función determinante desarrollada por los dominios científico-técnicos en la construcción o en el desarrollo de la civilización que han representado —y representan todavía en la actualidad— modelos universalmente admirados, como Pompeya (Fig. 11) o la Florencia de los ingenieros del Renacimiento (Fig. 10). No obstante, esta función destinada al exclusivo esplendor reservado a los testimonios artísticos y arquitectónicos, permanece casi siempre invisible a los ojos de los millones de visitantes que abarrotan esos centros.



Fig. 10. La interfaz de navegación del CD ROM dedicado a *Leonardo y los ingenieros del Renacimiento*, una afortunada muestra realizada por el Instituto y Museo de Historia de la Ciencia

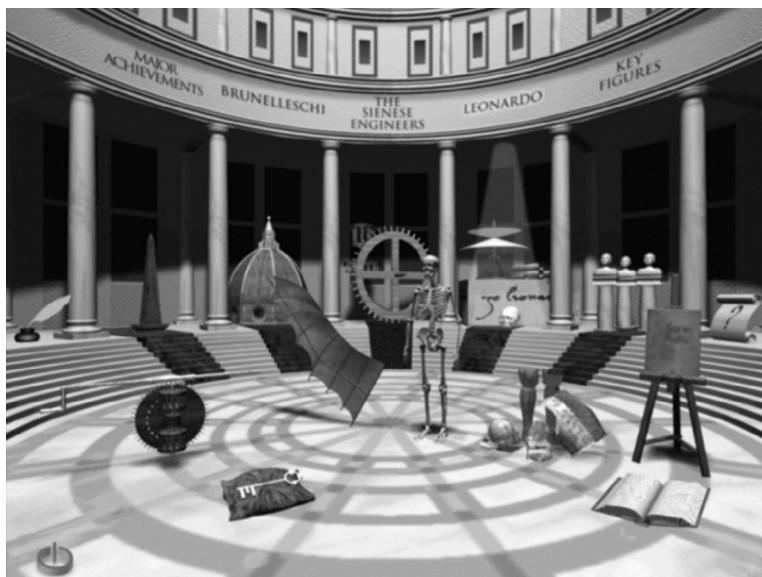


Fig. 11. La interfaz de navegación del CD ROM dedicado a *Homo faber. Ciencia, naturaleza y tecnología en la antigua Pompeya*, una afortunada muestra realizada por el Instituto y Museo de la Ciencia y la Superintendencia Arqueológica de Pompeya



El esfuerzo que se observa a escala internacional en la experimentación de nuevos métodos de empleo de las nuevas tecnologías ofrece, por otra parte, la posibilidad de aguzar continuamente la reflexión sobre el mejor modo de disfrutar de estos instrumentos para valorar las colecciones científicas.

El escenario abierto de las tecnologías digitales representa una especie de cuarta dimensión de la comunicación a la que, indispensablemente, se deberán enfrentar los Museos para poder mantener y potenciar en la sociedad de la información del Nuevo Milenio la función cultural públicamente reconocida que constituye, sin ninguna duda, la única garantía real para la supervivencia y el desarrollo de este tipo de instituciones.

En este escenario se abren también nuevas y esperanzadoras perspectivas para la integración de las culturas. Integración que es impulsada por la propia necesidad de utilizar de la mejor manera posible el potencial de las tecnologías multimedia y telemáticas para la valoración de los bienes culturales y para la difusión de la cultura. Esto sólo puede conseguirse si se hace converger los dominios técnicos y el conocimiento de los contenidos culturales.

Los lugares tradicionales del conocimiento —es decir, los museos, tanto de arte como de ciencia— de convertirán de este modo en incubadoras de una nueva fase de unificación de los conocimientos. La esperanza es que —gracias a las tecnologías infotelemáticas— sea esta la misión y el destino de los Museos en el Tercer Milenio.



## **EPÍLOGO**



## La ciencia y la gente

**Isabel Fuentes**  
**Santos Casado**

De la lectura de los ensayos contenidos en este volumen, como de las discusiones que se propiciaron durante los encuentros de trabajo mantenidos por sus autores como parte del proyecto del que el libro es resultado, surgen de inmediato dos conclusiones, o por lo menos dos sensaciones. La primera tiene que ver con el carácter problemático con que la relación entre ciencia y ciudadanía de continuo se plantea. Examinada desde múltiples ángulos, sociológicos, políticos, culturales, retrospectiva o prospectivamente, desde dentro o desde fuera, la cuestión aparece siempre tratada de modo problematizante. Lo que falta, lo que no funciona, lo que ignoramos, lo que queda por hacer. La segunda, inmediatamente relacionada con la anterior, se refiere a la dimensión moral a la que, de modo más o menos explícito, apelan con naturalidad analistas y protagonistas al adentrarse en estas cuestiones. No sólo se trata de señalar responsabilidades, derechos y deberes, sino de asumirlos, como lo hacen, aparentemente de buena gana, historiadores de la ciencia, periodistas, museólogos, políticos, científicos, filósofos, educadores, politólogos y comunicadores. Todo el mundo parece presto a aceptar su cuota parte de responsabilidad en algo que estamos haciendo pero en lo que se tiene siempre la sensación de que es mucho más lo que queda por hacer.

Y si alguna palabra pudiera resumir el paradigma desde el que, en la medida en que estos ensayos representen un cierto estado de la cuestión, se contemplan ahora las relaciones entre la ciencia y la gente, esta podría ser democratización. A la demoy la participación se refieren, ya desde su título, los ensayos de Quintanilla y de López Cerezo y Luján respectivamente. De los bienintencionados paternalismos, de las aproximaciones *top-down*, de los modelos difusionistas, de las campañas de alfabetización hemos pasado a preocuparnos por la

participación democrática, por los flujos *bottom-up*, por la retroalimentación procedente de una ciudadanía que ya no puede ser considerada, pues nunca lo fue, un ente pasivamente perceptor o beneficiario. Las cuestiones relativas al control de los discursos, a la responsabilidad de los mediadores y a la gestión de las interfases dialécticas entre ciencia y gente pasan así a un primer plano. Pero al mismo tiempo el panorama se ha embrollado considerablemente. La claridad estructural de un cierto modelo concéntrico, en el que era sencillo planificar cómo distribuir versiones adaptadas del conocimiento a una serie de públicos receptores, se convierte en una abigarrada red de conexiones cruzadas en la que no está muy claro quiénes somos ni dónde estamos.

La posición central del científico, poseedor del conocimiento y administrador en última instancia de las autorizaciones pertinentes para su reelaboración divulgativa, se desdibuja. Para empezar, nos dice Lévy-Leblond, tal científico es normalmente un gran inculto, totalmente incapacitado para entender lo que hace, empleada esta expresión en un sentido amplio, que tome en cuenta los contextos sociales y culturales del hecho científico. Pero, además, si la ciencia es cada vez más tecnociencia y, por tanto, industria e intereses privados, tal como comenta Sánchez Ron al recordarnos la obsolescencia de la tradicional imagen pública del científico, la definición completa de un desarrollo científico no acabará hasta haber incluido la valoración pública asignada por la ciudadanía. Al menos así será en aquellos casos en que haya una directa afección a lo que la gente quiere para su vida y para su entorno, como muestra Emilio Muñoz al tratar de la biotecnología en Europa. ¿Cómo asignamos, por ejemplo, un valor a la variable «riesgo» sin integrar su percepción social y cultural? El papel del analista y el demoscopista, así como sus métodos, devienen por tanto, como también señala Muñoz, delicados y cruciales.

En realidad, los primeros que confirman esta ampliación explosiva del círculo de pares del que depende la legitimación intelectual del conocimiento son los propios científicos profesionales, que convocan ruedas de prensa para anunciar los más relevantes avances, aun antes de que estos hayan sido descritos en las publicaciones técnicas correspondientes, y las propias revistas científicas, cuya élite hace tiempo que mantiene un canal abierto de comunicación para hacer llegar en tiempo real sus primicias a la prensa de información general, según

describen Semir y Revuelta. La nueva complejidad del papel del periodista científico, en medio de este fuego cruzado, se percibe en las reflexiones de Sampedro. Incluso la comunicación directa entre científicos y legos, sin necesidad de otros mediadores que Internet, parece adivinarse en la emergente cultura del régimen del libre acceso, descrita por Renn en su análisis del modo en que las características de la red están modificando la estructura y el ciclo de la información.

Sin embargo, es obvio que en tales procesos ampliados de comunicación, validación y negociación, en los que intervienen la inteligibilidad pero también la confianza y la credibilidad —dos conceptos subrayados por Carrascosa en su estudio del tratamiento periodístico de la innovación tecnológica—, se introducen fuertes asimetrías. De ahí la potencial importancia de desarrollar consensuadamente metodologías participativas, como las que revisan López Cerezo y Luján. Los déficit cognitivos, repetidamente señalados por los analistas de las relaciones entre ciencia y sociedad, apuntan hacia mucho más graves déficit democráticos, sobre los que urge una reflexión en profundidad, reclamada aquí por Quintanilla.

Cada uno de los ensayos recogidos en este volumen ofrece cabos de los que tirar en el intento de desenmarañar la madeja, estímulos para evitar que la complejidad de la red de interlocutores y mediadores que va así dibujándose lleve a la perplejidad y, con ella, a la inacción. Quizá una de las vías de actuación política, en el amplio sentido del término, que mayor vitalidad ha mostrado en los últimos años sea la cultural. Introducir resueltamente la ciencia en una política cultural activa es una responsabilidad de cuya entusiasta asunción da cuenta Almudena del Rosal en su informe sobre la Comunidad de Madrid. El éxito de centros y museos de ciencia que fueron pioneros entre nosotros hace no tantos años ha dinamizado todo un conjunto de iniciativas que por su volumen, pero en muchos casos también por su calidad, son ya una parte muy reconocible de nuestro panorama museístico y, en general, cultural. Diversos enfoques extraídos de tales experiencias aparecen en las contribuciones de Wagensberg, de Núñez y de Toharia y Lowy, mientras que Prats y Flos muestran la posibilidad de que también los museos tradicionales se incorporen a este movimiento.

Los museos y centros de ciencia son, entre otras cosas, ejemplos de esas interfases, espacios de mediación, de diálogo o —como dice

Wagensberg— de encuentro, que se reclaman entre la ciencia y la gente. Quizá su esfuerzo se diluya ante el efecto, dirigido desde muy diferentes intereses, de otras muchas vías difusas de contacto —especialmente las controladas por la industria, el mercado y el consumo—, pero no dejan de ser laboratorios y observatorios privilegiados, espacios demostrativos desde los que exportar, según la terminología al uso, buenas prácticas en las relaciones de la ciencia con el público.

A juzgar por el espacio que le reservan en sus mensajes y propuestas públicas, quienes quizá se estén quedando atrás en este proceso sean nuestros políticos y gobernantes. El objetivo, machaconamente repetido en el último final de siglo, de avanzar en la alfabetización científica —expresión norteamericana cuya crudeza repugna al oído hispano—, en la comprensión pública de la ciencia, en la extensión y la profundización de la cultura científica en capas cada vez más amplias de la sociedad, plantea, con urgencia crecientemente inaplazable, la cuestión de las vías de participación con que va a contar la gente para intervenir a su vez, o al menos para intentarlo, en los debates.

¿Cuáles son, dicho todo esto, las asignaturas pendientes que se desprenden de los datos y las reflexiones vertidas en los ensayos recopilados en este volumen? Visto desde la perspectiva del caso español, al que la mayor parte de los autores se refieren, o de cuya realidad parten, desgraciadamente parece concluirse que la oferta de acceso público al conocimiento científico para una ciudadanía no especializada pero concernida, ya sea por sus implicaciones prácticas o por un simple, pero muy humano deseo de saber cómo es el mundo que nos rodea y del que formamos parte —dejemos de despreciar esta posibilidad que, además, está en la base de cualquier vocación científica—, no está siendo capaz de contrarrestar los factores que estimulan percepciones negativas de la ciencia. Y no porque la ciencia se muestre como algo malo o peligroso, sino porque simplemente apenas se muestra, y siempre se ha dicho que no hay mayor desprecio que no hacer aprecio.

Sin entrar en cuestiones escabrosas como pudiera ser la del porcentaje de científicos que forman parte de los gobiernos y gabinetes políticos, locales, regionales o estatales —y esto no es exclusivo de nuestro país—, nos limitaremos a las acciones concretas de divulgación científica que han analizado varios de los autores de este libro.



Los datos que revelan algunos de los estudios que aquí se exponen, el hecho de que algunos de los proyectos descritos se presenten como ejemplos más bien demostrativos, que habría que imitar a mayor escala, y un rápido repaso mental a la oferta de conocimiento científico accesible al ciudadano no especialista nos siguen indicando que ésta es claramente insuficiente. Y el desequilibrio se acentúa si nos ceñimos a la producción interna, omitiendo todo aquello traducido, adaptado o alquilado. Simplemente, ¿cuántos programas televisivos, emisiones radiofónicas, revistas o exposiciones tratan sobre ciencia en nuestro país? ¿Es realmente de alta calidad todo lo que se ofrece? ¿Están estos productos verdaderamente actualizados, y no sólo en cuanto la modernidad del soporte, sino en lo que se refiere a los contenidos tratados?

Puede argüirse que si la oferta no es mayor ni mejor será seguramente porque tampoco existe una especial demanda, pero hace tiempo que sabemos que en la industria cultural, capaz de crear nuevos públicos, nuevas prácticas, nuevos gustos, esta simplificación dialéctica no es válida. Pensemos en cuántos ciudadanos pueden salir decepcionados de una sala de cine porque la película no les ha gustado tanto como se esperaban. Sin embargo, aceptarán, quizá de buen grado, el gasto de una entrada que bien puede ser el doble que la correspondiente a la visita a una exposición o equivalente al precio de alguna revista de divulgación científica traducida y de cierta calidad. Estos últimos desembolsos parecen, por lo general, doler más en el bolsillo de la ciudadanía, incluso si no asoma la decepción. Aunque quizá no hay decepción porque tampoco hay mucha expectativa.

Pero, ¿qué es eso de la expectativa? Está bien preocuparse por la accesibilidad para el ciudadano de aquel conocimiento científico y técnico que tenga que ver con lo que afecta directamente a su vida. Está bien y hay que hacerlo. Pero lo mismo que uno no va al cine, ni a ver una exposición de arte, para buscar soluciones a su vida, en el sentido en que utilizamos el término solución en este contexto, el deseo de saber, la mera curiosidad, son —quizá convenga insistir en ello— necesarios para motivar el consumo de conocimiento científico informal. Y este deseo de saber no siempre va ligado a lo que nos hace la vida más confortable, más saludable o, supuestamente, más libre.

¿Qué demanda saber la gente, entonces? Esta pregunta ha guiado exitosamente algunos de los proyectos aquí recogidos y de estas expe-

riencias, se desprenden por fin elementos para recuperar el optimismo. Aunque parezca que estemos en una sociedad que no demanda en principio saber de ciencia —estamos aún lejos de que millones de personas «salven» a través del teléfono móvil a su becario posdoctoral preferido— un tratamiento constantemente respetuoso del conocimiento ciudadano, una oferta sostenida de productos de divulgación científica concebidos teniendo en cuenta el público al que van dirigidos, interactúan a medio plazo con la predisposición de la gente a consumir saber científico. Generan demanda.

Un problema quizá, y sentimos tender de nuevo a ver la botella medio vacía, reside en aquellas actitudes positivas que deben partir del emisor. Ya no hablamos de políticos ni de ciudadanos, ni siquiera de los profesionales de la divulgación —seres extraños que creen en la posibilidad de transformar la percepción social de la ciencia—. Nos referimos a los protagonistas primeros de la actividad científica, a los productores iniciales de conocimiento autorizado. Y recordamos que un catedrático de historia del arte puede ser comisario de una exposición con orgullo curricular, pero que un catedrático de bioquímica, por poner un ejemplo, lo consideraría seguramente un asueto intelectual. Lo mismo que hay ciudadanos que se sienten obligados a justificar en determinados entornos culturales cada exposición de arte que no han visto —los mismos que son capaces de no mover ni una pestaña a la hora de reconocer que la ciencia no les interesa—, la comunidad científica está aún mayoritariamente lejana del respeto a la tarea divulgadora: falta el reconocimiento simbólico de los colegas y el más práctico de las administraciones académicas, aunque algunas universidades parecen estar en ello.

Y ya no hablemos de la creación de opinión. El historiador del arte puede crear con la exposición, generar a través del discurso expositivo hipótesis interpretativas nuevas, que no están escritas ni incluidas en los programas universitarios. Por eso también es posible que se sienta más motivado. A un científico se le pide, en contextos semejantes, exactamente lo contrario, no vaya a ser que ideas meramente hipotéticas se cuelen en alguna versión divulgativa —creativa, eso sí, en su forma o su lenguaje— de algo que, precisamente por estar sólidamente contrastado, se considera en condiciones de ser presentado en sociedad. ¿Pero por qué una hipótesis científica, una invitación a pensar, no puede ser tema de exposición generada desde las ciencias experimentales?

La tentación paternalista de impartir doctrina tiene su contraparte, a modo de círculo vicioso, en la demanda alienante de conocimiento experto listo para su consumo. Lo interesante de la ciencia, uno se reafirma en ello tras leer muchos de las aportaciones de este libro, está en las preguntas, en los procesos y, por tanto, también en las correspondientes incertidumbres. La relación de la gente con la ciencia será de muy corto alcance si no toca estas cuestiones. De otro modo los debates sobre qué ciencia queremos o qué queremos de la ciencia no podrán siquiera ser planteados. De nuevo, los déficit cognitivos se tornan déficit democráticos.

Aunque sean tantos los obstáculos que se ven salir al paso, la sensación al final no deja de ser abierta, en el sentido de que todo es posible. Es posible interactuar con la sociedad en la percepción de la ciencia. Es posible crear demanda y satisfacer la demanda existente. Es posible generar información para diferentes niveles de conocimiento y de interés. Es posible crear una oferta sólida, variada y sostenida. Es posible que la ciencia se convierta en un referente más de la vida. Un referente positivo, beneficioso intelectual y materialmente, pero también sujeto a la evaluación crítica y a la identificación de responsabilidades. Para ello hay que romper el círculo, hay que actuar decididamente y hay que cambiar actitudes corporativas y profesionales. Y quizá un día se consiga que la ciudadanía se conmueva y se mueva por sus jóvenes investigadores tanto o más que por sus jóvenes y delgados cantantes televisivos.



**FRANCISCO J. RUBIA VILA** es Catedrático de Fisiología de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, y también lo fue de la Universidad Ludwig Maximilian de Munich, así como Consejero Científico de dicha Universidad. Estudió Medicina en las Universidades Complutense y Düsseldorf de Alemania. Ha sido Director del Departamento de Investigación del Hospital Ramón y Cajal, Vicerrector de Investigación de la Universidad Complutense de Madrid y Director General de Investigación de la Comunidad de Madrid. Durante varios años fue miembro del Comité Ejecutivo del European Medical Research Council. Su especialidad es la Fisiología del Sistema Nervioso, campo en el que ha trabajado durante más de 40 años, y en el que tiene más de doscientas publicaciones. Es Director del Instituto Pluridisciplinar de la Universidad Complutense de Madrid, miembro numerario de la Real Academia Nacional de Medicina (sillón n.º 2) y del Senado de la Academia Europea de Ciencias y Artes con Sede en Salzburgo, así como de la Comisión Ejecutiva de su Delegación Española.

**SANTOS CASADO DE OTAOLA** es biólogo y especialista en historia de la ciencia, ámbito en el que ha publicado varios trabajos en su mayor parte dedicados a la historia contemporánea de las ciencias naturales y el medio ambiente en España. Ha participado en diversos proyectos e iniciativas de difusión científica en instituciones como la Residencia de Estudiantes, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, la Sociedad Española de Historia Natural o la Obra Social de Caja Madrid. Actualmente trabaja en la Fundación Fernando González Bernáldez y es Profesor Asociado en el Departamento de Ecología de la Universidad Autónoma de Madrid.

**ISABEL FUENTES JULIÁN** es Licenciada en Ciencias Biológicas por la Universidad Autónoma de Madrid y DEA en Museología de Ciencias Naturales y Humanas por el Museo Nacional de Historia Natural de París. Lleva doce años trabajando en el ámbito de la museología y la difusión científica en instituciones como el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), la Residencia de Estudiantes o la Fundación «la Caixa», donde actualmente desarrolla su actividad. Sus investigaciones en museología se centran en la retórica visual de las exposiciones de ciencia.



## Otras publicaciones de la Academia Europea de Ciencias y Artes - España

- THE ROLE AND IMPORTANCE OF THE ACADEMIES IN THE 21ST CENTURY: HOW THE ACADEMIES MAY HELP SOCIETY. Madrid meeting of the European Academy of Sciences and Arts. Celebradas en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, en abril de 1997.
- DESAFÍOS DE EUROPA EN EL SIGLO XXI. Encuentro Internacional celebrado en Bilbao, en el Museo Guggenheim, en abril del año 2000.
- BENEFICIOS FISCALES EN LAS RELACIONES INVESTIGACIÓN-EMPRESA. (*Ignacio de Luis Villota y Alvaro de Juan Ledesma*). Documento de Trabajo.
- INNOVACIÓN EN LA EUROPA DEL CONOCIMIENTO. (*Juan Mulet*). Documento de Trabajo.
- LAS FINANZAS PÚBLICAS EN LA EUROPA DE LAS NACIONES. (*José Manuel González-Páramo e Ignacio Zubiri Oria*). Documento para Debate.
- LAS FINANZAS PÚBLICAS EN LA EUROPA DE LAS REGIONES. (*José Manuel González-Páramo y Carlos Monasterio*). Documento para Debate.
- LA COOPERACIÓN FISCAL EN LA UNIÓN EUROPEA: LOS AVANCES NECESARIOS. (*José Manuel González-Páramo e Ignacio Zubiri Oria*). Documento para Debate.
- LAS POLÍTICAS DE FOMENTO DE LA INNOVACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA. (*Rosa Alonso y Gonzalo León*). Documento para Debate.
- LAS CONSECUENCIAS DE LA AMPLIACIÓN PARA LA POLÍTICA REGIONAL EUROPEA: LA PERSPECTIVA ESPAÑOLA. (*Carmela Martín e Ismael Sanz*). Documento de Trabajo.
- EL IMPACTO DE LA AMPLIACIÓN DE LA UE EN EL COMERCIO Y EN LOS FLUJOS MIGRATORIOS Y DE INVERSIÓN DIRECTA DE ESPAÑA. (*Carmela Martín y Jaime Turrión*). Documento de Trabajo.

- **LA AMPLIACIÓN AL ESTE DE LA UNIÓN EUROPEA: IMPLICACIONES AGRARIAS.** (*José M.<sup>a</sup> Sumpsi e Ignacio Atance*). Documento de Trabajo.
- **LOS RETOS PRESUPUESTARIOS DE LA AMPLIACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA.** (*Ignacio Zubiri Oria*). Documento de Trabajo.
- **ENFOQUES DE POLÍTICAS REGIONALES DE INNOVACIÓN EN LA UNIÓN EUROPEA.** (*Ignacio Fernández de Lucio, Jaime Rojo y Elena Castro*). Documento de Trabajo.
- **SISTEMAS UNIVERSITARIOS EN EUROPA Y EEUU.** (*Pello Salaburu, Ludger Mees y Juan Ignacio Pérez*). Documento de Trabajo.
- **LA INVESTIGACIÓN EN LA GRAN INDUSTRIA.** El contexto europeo. (*Ángel Martín Municio*).
- **LA FORMACIÓN DE EUROPEOS.** Actas del Simposio de Barcelona. Documento de Trabajo.
- **LAS POLÍTICAS DE FOMENTO DE LA INNOVACIÓN DE LA UE: EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS DE LAS POLÍTICAS COMUNITARIAS DE INNOVACIÓN Y SU IMPACTO EN ESPAÑA.** (*Rosa Alonso y Gonzalo León*). Libro Blanco



Las siguientes Instituciones Públicas y Privadas, colaboran en las actividades en la Delegación Española de la Academia Europea de Ciencias y Artes y financian sus proyectos:

- Comunidad Autónoma de Madrid
- Diputación General de Aragón
- Fundación Auna
- Fundación Telefónica
- Generalitat de Catalunya
- Generalitat Valenciana
- Gobierno Vasco
- Junta de Andalucía
- Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha
- Ministerio de Ciencia y Tecnología
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
- Unicaja

