



FUNDACION BBV

PERCEPCIONES DEL PUBLICO ANTE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

*Estudio comparativo de la Unión Europea,
Estados Unidos, Japón y Canadá*



**Jon D. Miller
Rafael Pardo
Fujio Niwa**

Fundación BBV



CHICAGO
ACADEMY OF
SCIENCES

En las últimas dos décadas se ha desarrollado un nuevo campo de investigación interdisciplinar dedicado al estudio de las percepciones públicas de la ciencia y la tecnología. El foco de este área de trabajo está puesto en el análisis de la comprensión por la población adulta de las imágenes científicas del mundo natural, en las actitudes ante la ciencia y la tecnología, así como en el examen de las relaciones entre conocimiento y actitudes.

Las sociedades avanzadas son hoy altamente dependientes del avance científico y tecnológico. Esa dependencia exige de profesionales rigurosamente formados en las distintas áreas de la ciencia y de la tecnología. Pero requiere, también, de una población familiarizada, siquiera sea a nivel elemental, con el perfil de la imagen del mundo natural y social ofrecida por las varias disciplinas científicas. Ese grado de conocimiento constituye un activo intangible fundamental de las sociedades avanzadas en el cambio de siglo.

Pocas áreas de la toma de decisiones en los ámbitos público y privado, individual y colectivo, escapan hoy a la influencia del ininterrumpido desarrollo científico y tecnológico. En paralelo a ese avance han surgido dilemas éticos y políticos que plantean, en el contexto de los sistemas políticos democráticos, la cuestión de saber cuál deba ser el alcance, la forma y la dirección de la participación del público en aquellas políticas y decisiones que involucran de manera central a la ciencia y a la tecnología. De ahí la importancia de conocer cuáles son las percepciones básicas, los esquemas cognitivos y las actitudes que la población adulta tiene sobre este campo de intervención potencial.

La presente monografía, fruto de una investigación realizada conjuntamente por la Fundación BBV y la Academia de Ciencias de Chicago, es 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. El estudio presenta un doble interés, formal y sustantivo. Formalmente, esta obra representa un primer intento de construcción de un conjunto de indicadores aptos para la investigación comparada en este área, apoyándose en una serie de técnicas estadísticas avanzadas. Y, desde una perspectiva sustantiva, presenta un esquema conceptual acerca de las relaciones entre conocimientos y actitudes, así como sobre el papel de ambos para el examen de la problemática de la participación del público en las controversias públicas en las que el conocimiento científico aparece en primer plano.

Jon D. Miller

Vicepresidente de la Academia de Ciencias de Chicago
y Catedrático de Ciencias Políticas,
Universidad de Northern Illinois
Estados Unidos

Rafael Pardo

Director del Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad
de la Fundación BBV y Catedrático de Sociología,
Instituto de Economía, Consejo Superior de
Investigaciones Científicas (CSIC), España

Fujio Niwa

Catedrático de Política Científica
Universidad de Saitama
Japón



FUNDACION BBV

PERCEPCIONES DEL PUBLICO ANTE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

*Estudio comparativo de la Unión Europea,
Estados Unidos, Japón y Canadá*

**Jon D. Miller
Rafael Pardo
Fujio Niwa**

Fundación BBV

La decisión de la Fundación BBV de publicar el presente libro no implica responsabilidad alguna sobre su contenido ni sobre la inclusión, dentro del mismo, de documentos o información complementaria facilitada por los autores, únicos responsables de los textos editados.

Traducción de la versión inglesa: «Public Perceptions of Science and Technology» por el Equipo Kabe. Revisión técnica: Begoña Arregui y Manuel García Ferrando

*Percepciones del Público ante la Ciencia y la Tecnología
Estudio Comparativo de la Unión Europea, Estados Unidos, Japón y
Canadá*

© Fundación BBV

Edita Fundación BBV. Documenta

Plaza de San Nicolás, 4

48005 Bilbao

Depósito legal: M-34.511-1998

I.S.B.N: 84-95163-03-9

© Ilustración de Portada:
INEDIT

Imprime Sociedad Anónima de Fotocomposición
Talisio, 9 - 28027 Madrid

Percepciones del Público ante la Ciencia y la Tecnología

INDICE

Prólogo	IX
Introducción	XIII
Agradecimientos	XV
I. Un marco para la reflexión sobre la ciencia y las políticas públicas	I
El papel de la alfabetización científica en las sociedades modernas	5
La formulación de la política científica en los sistemas políticos democráticos	7
La necesidad de alfabetización científica en el centro de trabajo	9
Vivir en una cultura científica	10
El desarrollo de indicadores apropiados	10
La disponibilidad de información comparable	11
II. El interés del público por los temas científicos y tecnológicos	15
La estructura de los intereses temáticos y políticos ..	17
La Unión Europea	18
Estados Unidos	22
Japón	27
Canadá	31
Una comparación de los niveles y modelos de interés ..	35
III. La conceptualización y medición de la alfabetización científica	37
La conceptualización de la alfabetización científica ...	40
La cuestión de la dimensionalidad	43

La medición de la alfabetización científica cívica.	44
La medición de la comprensión de los conceptos científicos	46
Una tipología de la comprensión de los procesos científicos	60
La confirmación de la estructura básica	67
El cálculo de los resultados	68
La distribución de la alfabetización científica	70
IV. Participación del público en la definición de la política científica	77
La especialización política	79
Un modelo estratificado de definición de políticas públicas	81
El público atento a las políticas científicas y tecnológicas	85
Perfil sociodemográfico del público atento a la ciencia y la tecnología	86
Análisis estructural del público atento	88
El papel y la importancia del público atento	93
V. Actitudes del público ante la ciencia y la tecnología.	95
La búsqueda de una estructura	97
La Unión Europea	99
Estados Unidos	102
Japón	104
Canadá	106
El desarrollo de esquemas para la ciencia y la tecnología	108
Un esquema positivo de reacción ante la ciencia y la tecnología	110
Un esquema negativo de reacción ante la ciencia y la tecnología	112
Vínculos con preferencias de políticas específicas	114
VI. La planificación de futuros estudios	121
Principales comprobaciones	123
Instrucciones para futuros estudios	125
Cuestiones metodológicas	125
Cuestiones sustantivas	126
Bibliografía	131
Anexo A: Análisis factorial confirmatorio	141
Anexo B: Modelos de ecuaciones estructurales	149

PROLOGO

Cuando estamos a punto de entrar en el siglo XXI se nos ofrece la oportunidad de examinar, con la ventaja proporcionada por la perspectiva del largo plazo, la contribución relativa de las distintas fuerzas a la configuración de estructuras sociales y de estilos de vida en muchas regiones del Planeta, e incluso del propio entorno medioambiental.

De entre el amplio espectro de variables configuradoras de la estructura y dinámica evolutiva de las sociedades modernas, sobresale, sin duda alguna, el complejo entramado de teorías, informaciones y datos que constituyen el conocimiento científico, que ha experimentado en este siglo un crecimiento y expansión sin precedentes. La actividad científica ha pasado a ser el área de especialización profesional de un amplio sector de las sociedades avanzadas, y se ha introducido en la gran mayoría de las profesiones, incluso en aquéllas aparentemente más distantes de las teorías y metodologías científicas. Por su parte, el sistema educativo ha visto crecer la preparación científica requerida por todo individuo para el logro de una adecuada comprensión de un amplísimo territorio de los mundos natural y social, así como para su actuación en ellos. En términos estructurales, puede afirmarse que las sociedades complejas en este cambio de siglo presuponen o descansan en una red de infraestructuras que, a su vez, son el resultado del desarrollo o la extensión tecnológica de la ciencia. La aceleración en el ritmo de los avances científicos y el acortamiento de los ciclos de su transformación en tecnología, así como la combinación de conglomerados tecnológicos (nuevos materiales, electrónica, informática, telecomunicaciones, biotecnología), abren la posibilidad de que se produzca lo que ha sido denominado por algunos teóricos de la innovación como un «cambio de paradigma tecnoeconómico», esto es, la emergencia de nuevos modos de diseñar, producir, comercializar e incluso reciclar una amplia gama de productos.

Caben pocas dudas de que las sociedades avanzadas son, a finales del siglo XX, sociedades de conocimiento, al menos en el sentido de requerir para su funcionamiento la producción incesante de los resultados «intangibles» del quehacer científico. Paradójicamente se observa —tal y como documenta esta monografía— que a pesar de que la gran mayoría de la población de esas sociedades (Europa, Estados Unidos, Canadá, Japón) se beneficia de muchas aplicaciones científicas, desde el entorno de trabajo hasta el cuidado de la salud, permanece ajena, sin embargo, a una comprensión siquiera elemental del conocimiento científico acumulado desde los inicios de la modernidad. Este desajuste conduce en ocasiones a depositar esperanzas infundadas en la capacidad de la ciencia por sí misma para resolver algunos de los problemas más apremiantes o, por el contrario, a suscitar temores infundados ante el progreso científico. Lo que los autores del Primer Informe al Club de Roma llamaron «milagrería tecnológica», y la actitud opuesta que se podría denominar como «romanticismo anticientífico», tienen su origen en un contexto cultural y social caracterizado por un bajo nivel de comprensión de la ciencia, de las imágenes del mundo natural y social ofrecidas por ella, así como de las posibilidades y de los límites del conocimiento científico y tecnológico.

En el tránsito al siglo XXI, al problema diagnosticado por C.P.Snow como el de «las dos culturas» —la falta de comunicación existente entre profesionales de las áreas de las humanidades y de la ciencia—, se suma el de la integración de ambas con el conocimiento tecnológico. Al mismo tiempo, se plantea la cuestión acuciante de cómo acercar esos conocimientos a la gran mayoría de la sociedad, para que cada individuo pueda ver ampliado su espacio de elección como consumidor, trabajador, miembro de una comunidad y ciudadano capaz de articular preferencias y demandas. A lo cual habría que agregar el problema fundamental del replanteamiento del lugar de la ciencia y de la tecnología en el marco de una filosofía educativa que atienda a la naturaleza de «animal simbólico» que todo ser humano tiene: esto es, su capacidad de interpretar racionalmente el mundo en el que desarrolla su vida, sirviéndose de teorías, esquemas conceptuales, imágenes, datos y, también, valores compatibles con los conocimientos propios de cada época (es lo que el filósofo Quine ha denominado «el todo de la ciencia del momento»).

Nunca como en este siglo se había contado con una gama tan amplia de oportunidades en los planos individual, familiar, comunitario y organizacional. Y pocos factores han sido tan decisivos para la ampliación de tales posibilidades como el conocimiento científico y tecnológico. Pero, junto a esas posibilidades, han aparecido riesgos y dilemas éticos de una profundidad sin precedentes, desde

la grave alteración de ciclos fundamentales de la vida en el Planeta, cuando no su destrucción, a la manipulación genética de la vida, pasando por la creación de empleo en las condiciones de un sistema productivo altamente automatizado, y una nueva conceptualización de la noción misma y el sentido del trabajo en una era en la que la interacción entre el trabajador y la máquina (o «sistema tecnológico») se ha visto dramáticamente modificada.

Por todas estas razones, se hace necesario volver a plantear el ideal de persona culta o bien informada, y el papel de la ciencia y la tecnología en ese ideal a lo largo de todo el ciclo vital del individuo. Se trata de una tarea que debe emprenderse en distintos contextos, desde el hogar y la escuela al lugar del trabajo, pasando por los medios de comunicación y las estructuras comunitarias y políticas. Por ello, la Fundación BBV ha seleccionado como una de sus áreas de actuación estratégica el análisis de la problemática de la cultura científica en las sociedades avanzadas. Un análisis que debe beneficiarse de la investigación científico-social comparada, llevada a cabo con las mejores metodologías disponibles para la producción e interpretación de los correspondientes datos.

Ha constituido un verdadero placer y un privilegio para nuestra Fundación el haber desarrollado el proyecto que sale a la luz en este libro, junto con la Academia de Ciencias de Chicago y su Internacional Center for the Advancement of Scientific Literacy, sin duda la institución líder en el mundo en este campo de estudio. Confiamos en que su publicación y debate entre los estudiosos de estos temas contribuyan a mejorar el nivel de reflexión multidisciplinar sobre la cultura científica en el horizonte del nuevo siglo, requisito imprescindible para desarrollar programas eficaces de comunicación de los avances científicos y tecnológicos al conjunto de la población.

José Angel Sánchez-Asiain
Presidente de la Fundación BBV

INTRODUCCION

El siglo XX ha sido testigo de dos grandes revoluciones: una en el campo de la ciencia y la tecnología, y otra que afecta a la democracia. Nuestro cometido en el siglo XXI será el de asegurar tanto el desarrollo de la ciencia y de la tecnología como sus ventajas, dentro de las estructuras de los modernos sistemas democráticos. Si bien se trata de un reto muy grato, sería un grave error creer que no se van a producir tensiones ni problemas al promover ambas revoluciones simultáneamente.

Los logros extraordinarios de la ciencia y la tecnología del siglo XX son bien conocidos, pero, en cierta medida, no son más que el primer acto de un nuevo drama apasionante. Hemos llegado a dominar los átomos y las moléculas, con lo cual hemos adquirido las aptitudes necesarias para fabricar y modificar una colección imponente de materiales naturales y artificiales en beneficio propio. También hemos aprendido a viajar alrededor de nuestro planeta rápida y cómodamente, y con un coste relativamente bajo. Hoy en día, cualquier persona puede coger el teléfono o una terminal de un ordenador y mantener conversaciones instantáneas con otras personas de todo el mundo. Estamos a punto de entender el funcionamiento de nuestro sistema genético y de poder abrir, de esta manera, posibles vías para solucionar algunas de las enfermedades y problemas más antiguos de la humanidad.

A pesar de haber estado marcado este siglo por numerosas guerras, el número de personas que viven en un sistema político democrático es mayor al final del siglo XX que en cualquier otra época de la historia del hombre. En la actualidad, se ha difundido un sentido básico de los derechos humanos en todo el mundo, y existe una oposición general al genocidio. Son más numerosas las gentes que tienen una amplia influencia en las políticas de sus gobiernos y en los actos de sus dirigentes. El creciente papel de las encuestas de opinión pública en las sociedades democráticas es

algo más que curiosidad y diversión; es el reconocimiento por parte de los líderes políticos y las autoridades económicas de que necesitan entender lo que piensa el público.

En el siglo XXI, para poder ejercer eficazmente los derechos de ciudadanía, los individuos deberán contar con un mayor nivel de comprensión de los grandes temas a los que se enfrenta la sociedad, porque, paradójicamente, pese al enorme desarrollo científico y tecnológico, la gran mayoría de la población de cualquier país industrializado carece del nivel de conocimiento adecuado para participar eficazmente en la resolución de cualquier controversia de interés nacional en materias científicas y tecnológicas. Por consiguiente, uno de los retos a los que habría que enfrentarse en el siglo XXI será el de la mejora de la educación, con vistas a dar a los ciudadanos plena capacidad para entender y participar en la articulación de toda una gama de políticas públicas, inclusive aquellas relacionadas con la ciencia y la tecnología.

Desde su fundación hace 140 años, la Academia de Ciencias de Chicago está comprometida con la accesibilidad del conocimiento científico para todos los ciudadanos. Nuestra carta constitucional señala esta tarea entre nuestros objetos principales y durante más de un siglo, la dirección de esta Academia se ha esforzado por ampliar el conocimiento científico de nuestros conciudadanos. Dentro de este compromiso, esta Academia creó, en 1991, un Centro Internacional para el Fomento del Conocimiento Científico, ofreciendo de este modo a científicos y amigos de todo el mundo la oportunidad de colaborar con nosotros en alcanzar este objetivo.

En este sentido, hemos participado gustosamente con la Fundación Banco Bilbao Vizcaya y su Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad en la publicación de este importante trabajo. La monografía ha sido elaborada por tres de los máximos expertos mundiales en este campo, y supone una sólida base empírica para comprender que nuestras similitudes superan nuestras diferencias, y que todos los países deberán afrontar, en esencia, los mismos retos en el siglo XXI. En efecto, la formación de ciudadanos con una buena cultura científica no es una competición entre las distintas naciones, sino un reto continuo para que nuestros avances científicos en los laboratorios vayan acompañados de mayores éxitos pedagógicos en nuestras aulas, a través de museos, periódicos, revistas y bibliotecas. Un reto para cuyo reconocimiento, comprensión y debate se encontrará una amplia fuente de datos en la presente monografía.

Paul G. Heltne
Presidente de la Academia de Ciencias de Chicago

AGRADECIMIENTOS

Esta monografía es el fruto de una estrecha colaboración entre sus tres autores, varios funcionarios de la Comisión Europea, distintos consultores y muchos colegas y recursos institucionales de numerosos países, cuya aportación individual ha sido muy valiosa. Si, para un solo autor, es ya difícil la tarea de agradecer todas las ayudas recibidas a nivel intelectual, financiero y de personal, el realizarla de forma colectiva nos puede llevar a olvidarnos, involuntariamente, de algunos amigos, colegas y colaboradores, por lo que les pedimos desde aquí disculpas.

En primer lugar, quisiéramos agradecer a Jean Gabolde, de la Comisión Europea, su previsión y su liderazgo, pues fue el promotor de la idea del presente estudio. Asimismo, estamos muy agradecidos a Gregorio Medrano por el trabajo realizado en las primeras fases de este proyecto y a Barbara Rhode por su ayuda en las últimas fases. Y, por supuesto, expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Comisión Europea por su contribución financiera a esta obra.

En segundo lugar, damos las gracias a Daniel Boy de la *Fondation Nationale des Sciences Politiques*, Edna Einsiedel de la Universidad de Calgary y Peter Mohler, del Zentrum für Umfragen Methoden und Analysen (ZUMA), por los útiles consejos que nos han proporcionado, así como a Martin Bauer, de la London School of Economics, quien sirvió de enlace con un proyecto desarrollado paralelamente por el London Science Museum. Agradecemos muy especialmente a Meinolf Dierkes y a Glaudia Von Grote, ambos miembros del Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, tanto la organización de una conferencia muy interesante en la que se debatió este informe, entre otros, así como los comentarios de todos los participantes a la conferencia de Berlín, que nos fueron de gran ayuda.

En tercer lugar, cabe señalar que la sociología moderna es una actividad que se desarrolla, en gran parte, dentro de los marcos institucionales. Para la realización de su cometido, cada uno de los autores recibió el apoyo y ánimo de la institución que le emplea, por lo que deseamos expresar nuestra gratitud a José Angel Sánchez Asiaín, Presidente de la Fundación del Banco Bilbao-Vizcaya; a Paul Heltné, Presidente de la Academia de Ciencias de Chicago, y a John LaTourette, Rector de la Universidad Northern Illinois. Nuestra gratitud también se dirige a Elizabeth Altman por sus inestimables servicios editoriales, así como a Linda Kimmel y Noreen Kelly, de la Academia de Ciencias de Chicago, por su valiosa aportación en el procesamiento tanto de los datos como de los diferentes manuscritos.

Además, es de resaltar que un estudio transnacional de semejante índole sólo ha sido posible porque los principales organismos científicos de cada país proporcionaron el apoyo financiero y organizativo necesario para la realización de las encuestas que son la base del presente estudio comparativo. Nosotros, al igual que todos los sociólogos interesados en estudios comparativos entre diversos países, agradecemos el apoyo de la Comisión Europea, el Consejo de Investigación Científica de Canadá, la Fundación Nacional de la Ciencia de los Estados Unidos y el Instituto Nacional de Políticas Científicas y Tecnológicas del Japón. Finalmente, queremos manifestar nuestra gratitud a quienes, en Canadá, Europa, Japón y Estados Unidos —un total de 18.000 personas— aceptaron participar en la encuesta y compartir sus opiniones y pensamientos con los entrevistadores. Sin el consentimiento y apoyo de los ciudadanos de las sociedades democráticas que compartieron sus opiniones, esta clase de comparación científica social transnacional no hubiera sido posible.

A todos, nuestro más sincero agradecimiento.

Jon Miller
Rafael Pardo
Fujio Niwa

CAPITULO I

UN MARCO PARA LA REFLEXION SOBRE LA
CIENCIA Y LAS POLITICAS PUBLICAS

A lo largo de los últimos cincuenta años, los gobiernos, dirigentes políticos y activistas han venido reconociendo la imperiosa necesidad de educar a los ciudadanos para que fuesen científicamente instruidos. Se han percatado del valor que supone tener una población adulta capaz de entender y de participar en la formulación de políticas científicas y tecnológicas. Han apreciado las ventajas de la participación del público en los debates y en la toma de decisiones.

En menos de tres décadas, el enfoque teórico y los objetivos prácticos del ámbito conocido generalmente como «comprensión pública de la ciencia» han evolucionado tanto en respuesta a los avances en las metodologías de encuesta y en los análisis de datos, como en respuesta a las repercusiones de una mayor influencia de la ciencia y la tecnología en las vidas de los individuos, las organizaciones y las comunidades. En la primera fase, desde 1945 hasta finales de la década de los años 50, se produjo un generalizado respeto y admiración del público por el trabajo de científicos e ingenieros en la producción de una serie de fármacos milagrosos, aviones a reacción, la mejora constante de la televisión y las telecomunicaciones y una creciente mejora del nivel de vida. Con el lanzamiento del Sputnik I en 1957 y el comienzo de la carrera espacial, el nuevo estándar popular de inteligencia pasó a ser el «científico espacial». Esta norma se implantó primero en Estados Unidos, Canadá y los países más desarrollados de Europa. También Japón y las naciones menos desarrolladas de Europa adoptaron este mismo patrón, aunque algunos años más tarde.

En la década de los 60 comenzó la segunda fase, caracterizada por la aparición de una serie de libros y por determinados acontecimientos que pusieron de relieve la necesidad de adoptar impor-

tantes decisiones de política pública en materia de ciencia y tecnología. La publicación del libro *Silent Spring* (1962), de Rachel Carson, puso de manifiesto la importancia de los efectos negativos a largo plazo del uso excesivo de pesticidas como el DDT. Prácticamente a lo largo de la década precedente, el desarrollo de pesticidas en la posguerra había sido considerado, popularmente, como uno de los «milagros» de la ciencia moderna, pero entonces se descubrió que los pesticidas tenían efectos en la naturaleza que no habían sido previstos ni por sus creadores, ni por sus fabricantes ni por los usuarios (Bosso, 1987). Igualmente se descubrió que nuevos fármacos como la talidomida tenían efectos catastróficos al ser ingeridos por mujeres embarazadas, lo que dio lugar a la promulgación de una serie de leyes nuevas en Estados Unidos y en los principales países industrializados, exigiendo un exhaustivo examen de los nuevos fármacos antes de su distribución en el mercado (Mintz, 1965).

La desconfianza institucional que siguió a la Guerra del Vietnam, unida a una creciente concienciación de los daños al medio ambiente, potenciales y reales, marcó el principio de la tercera fase e hizo surgir el movimiento ecologista en Estados Unidos y el Movimiento Verde en Europa. Una de las controversias políticas más llamativas durante este período tuvo lugar en torno al uso de la energía nuclear para la producción de electricidad (Nelkin, 1977; Morone y Woodhouse, 1989). Las preocupaciones acerca de las aplicaciones tecnológicas de la energía nuclear, suscitadas en parte por el uso de las primeras bombas atómicas, no hicieron más que exacerbarse cuando nuevos datos y sucesos revelaron los efectos secundarios a largo plazo debidos a su utilización. A principios de los 80, los gobiernos, las corporaciones y las organizaciones científicas y tecnológicas, así como la comunidad científica en general, eran plenamente conscientes de que el público podía vetar un programa o proyecto de investigación si era debidamente concienciado.

Así pues, un creciente corpus de conocimientos, investigaciones y publicaciones ha permitido la creación de un marco para reflexionar sobre la percepción de la ciencia entre la población adulta de los países desarrollados y en vías de desarrollo. Esta monografía ofrece los resultados de un análisis comparativo de la comprensión y las actitudes públicas hacia la ciencia y la tecnología en la Unión Europea, Estados Unidos, Japón y Canadá. Esta clase de estudios han recibido el respaldo de instituciones públicas responsables de la formulación de las políticas científica y tecnológica, lo cual tiende a demostrar que dichas instituciones necesitan conocer las posiciones del público. A partir de tales estudios y de publicaciones en revistas científicas, se ha ido desarrollando una línea de investigación interdisciplinaria.

En este capítulo, se establecen los perfiles de la percepción del público ante la ciencia como una disciplina de investigación; introduciremos algunos conceptos básicos relacionados con las percepciones y las actitudes de los ciudadanos, y hablaremos de las razones que fundamentan el desarrollo de investigaciones acerca de las percepciones del público ante la ciencia y la tecnología. En los capítulos siguientes, examinaremos el interés del público por los temas de ciencia y tecnología, así como los métodos para conceptualizar y medir el conocimiento científico del público, la estructura y los niveles de participación pública en la formulación de políticas científicas y tecnológicas, y las actitudes de los ciudadanos hacia la ciencia y la tecnología en general y hacia algunas áreas más específicas. Por último, haremos algunas sugerencias relativas a futuros desarrollos de la investigación dirigida a una mejor comprensión de los factores que afectan a la aparición, continuidad y modificación de las actitudes del público ante la ciencia y la tecnología.

El papel de la alfabetización científica en las sociedades modernas

El concepto original de «alfabetización científica» se centraba principalmente en la clase de información necesaria para el ejercicio de las responsabilidades cívicas, reflejando de este modo las inquietudes tanto de agrupaciones ciudadanas como de la comunidad científica. Aunque la necesidad de analizar los conocimientos, experiencias y destrezas que se precisan para una eficaz participación de los ciudadanos seguirá siendo un componente esencial de esta área de investigación, es igualmente probable que la mayoría de las personas experimenten la ciencia y especialmente la tecnología en tanto que trabajadores y consumidores. Creemos que es importante definir múltiples *alfabetizaciones* que se orienten a las necesidades y problemas personales específicos. Por ejemplo, se han utilizado los resultados de un estudio de alfabetización en biomedicina en Estados Unidos para preparar un manual que proporcionará una orientación concreta a los profesionales de la medicina y a las personas con responsabilidades en la comunicación para compartir la información de manera más eficaz con los ciudadanos, en unos términos adecuados a su edad, género, cultura y nivel de alfabetización biomédica (Miller y Pifer, 1995; Miller y Kimmel, 1998).

Queremos alentar el desarrollo de trabajos similares sobre la definición de las alfabetizaciones básicas, científicas y técnicas, que son necesarias para el desempeño del puesto de trabajo, para las relaciones familiares, y para desarrollar un sentimiento personal de

capacidad y bienestar en el mundo. Es evidente que muchas personas aprenden a hacer frente a la compleja sociedad tecnológica de finales del siglo XX poniendo en práctica aprendizajes muy sencillos del tipo *know-how*. Lévy-Leblond (1992) y Pardo (1998) han tratado este tema: cocinar sin necesidad de tener conocimientos de química, conducir un coche sin conocimientos de mecánica, utilizar un tratamiento de textos sin haber aprendido informática y una larga lista de tareas relacionadas con el uso de productos tecnológicos.

La necesidad de elaborar las definiciones de las alfabetizaciones científicas o tecnológicas se debe, en parte, a una de las características más sorprendentes de la evolución tecnológica a finales del siglo XX: su capacidad para superarse rápidamente hasta convertirse en esencial (James Burke, 1978). Esta capacidad proviene precisamente de su diseño, que ha ido más allá de los principios de la ergonomía clásica para incluir factores de «manejabilidad». Ha evolucionado de forma que un uso eficaz no requiere del usuario conocimientos científicos o tecnológicos avanzados y que se reduzca el proceso de aprendizaje (Winograd y Adler, 1992). Sin esta evolución tecnológica, sería imposible explicar cómo millones de usuarios (incluidos también los niños) han tenido acceso a una herramienta tan compleja y versátil como es el ordenador, que hace tan sólo unas décadas requería, incluso para realizar una simple suma, tener ciertos conocimientos de un lenguaje de programación.

Dejando aparte el uso de nuevas máquinas y tecnologías, existen importantes decisiones individuales y colectivas que requieren un cierto grado de conocimientos científicos o tecnológicos, junto con cierta experiencia práctica, porque, como han observado algunos analistas, las sociedades de final del siglo XX pueden considerarse como sociedades de alto riesgo (Beck, 1994). Ello se debe a que la creciente influencia de la ciencia y de la tecnología en prácticamente todos los aspectos de la vida socioeconómica de la actual sociedad global, hace que no sólo se abran nuevas oportunidades hasta hace poco desconocidas, sino que al mismo tiempo sea mayor la exposición a riesgos tanto individual como colectivamente.

Aunque existen muchas maneras distintas de enfrentarse a esta característica estructural emergente de las sociedades modernas, el nivel de conocimiento científico y tecnológico de un individuo es, sin duda, un aspecto fundamental. Por ejemplo, las personas que comprenden los factores de riesgo y mecanismos de prevención asociados a ciertas enfermedades, pueden tomar mejores decisiones sobre la dieta y los comportamientos personales. Quienes deben elegir entre tratamientos médicos alternativos, especial-

mente 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 y dirigentes que están familiarizados con constructos¹ 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.

La formulación de la política científica en los sistemas políticos democráticos

En las naciones industrializadas, la mayoría de los ciudadanos se enfrenta a un número creciente de actividades o demandas que compiten por ocupar su tiempo. Aunque varía considerablemente en los distintos países estudiados, la duración de la jornada laboral se ha reducido a cuarenta horas en la mayoría de las sociedades avanzadas en las últimas décadas, aunque ha habido mayor dificultad para implantar jornadas laborales de menos de cuarenta horas. En estas circunstancias, los individuos están sometidos a una mayor presión para gestionar eficazmente su tiempo, tanto más cuanto que otras tendencias les empujan a ello. Entre éstas cabe citar el aumento del número de familias con dos empleos, que ha sido creciente desde hace por lo menos tres décadas, y los cambios en el reparto de las horas extraordinarias por las empresas.

Tanto es así que, según los estudios realizados, los americanos se sienten más agobiados ahora que hace una generación, a pesar de disponer, en realidad, de una hora de tiempo libre adicional al día desde 1965. Este sentimiento está parcialmente asociado con la evolución cambiante del estilo de vida. Ahora son menos que en la generación anterior los americanos que se casan y aún menos los que deciden ser padres, lo que trae como consecuencia una disminución de dos actividades que exigen mucho tiempo de dedicación, como son las tareas domésticas y el cuidado de los niños. Por otra parte, la gente se jubila a una edad más temprana. El resultado es un mayor tiempo libre, que se está invirtiendo, masivamente, en ver la televisión. Según Putman (1997), «el alargamiento de las sesiones de televisión se hace en detrimento del tiempo que dedicamos a muchas otras cosas, pero sobre todo a nuestras actividades fuera de casa».

¹ *Constructo* se refiere a una comprensión de un conjunto de conceptos científicos que crea un modelo, tal como la estructura atómica.

Cualquier día por la tarde, el residente típico de ciudades como Amsterdam, Berlín, Chicago, Hiroshima, Londres, Madrid, París o Tokio puede elegir entre diez y veinte canales de televisión, varios miles de cintas de vídeo de alquiler, diversas actuaciones musicales o teatrales en directo, varios acontecimientos deportivos, clases universitarias o de enseñanza no reglada, o un amplio conjunto de actividades recreativas participativas, como los bolos o el tenis. En las últimas décadas, ha ido creciendo la competencia por disponer del tiempo libre de los individuos, y esa presión continúa aumentando.

En esta disputa por el tiempo del individuo, la política y los asuntos públicos no son más que un competidor más entre muchos. Cada ciudadano en particular debe decidir cuánto tiempo, energía y recursos va a dedicar a informarse o mantenerse informado sobre política y cuánto a participar en actos públicos. Los hechos indican que la política ha ido perdiendo una parte de su cuota del mercado de tiempo de adultos (Miller, 1983a; Verba, Schlozman y Brady, 1995). Esta decisión de seguir o no los asuntos políticos se denomina *especialización política*. Si bien existen muchas formas de medir la especialización política de los adultos, un indicador sencillo es la proporción de adultos que se preocupan por votar en las elecciones generales y locales —señal evidente de un desinterés cada vez mayor.

Entre aquellos ciudadanos que deciden dedicar parte de su tiempo y energías a las cuestiones relativas a la política pública, existe un segundo nivel de especialización, que implica la selección de los temas sobre los que informarse y mantenerse informado. Solamente en el ámbito nacional, el abanico de temas es demasiado amplio como para que un individuo esté al día, y si se incluyen temas de ámbito estatal, provincial y local, la gama completa de temas potenciales relativos a las políticas públicas es demasiado extensa para que nadie pueda llegar a dominarla. Inevitablemente, todos los ciudadanos que siguen los asuntos públicos deben centrar su atención en un ámbito muy limitado y algunos estudios sugieren que pocos ciudadanos siguen más de dos o tres áreas temáticas importantes (Almond, 1950; Rosenau, 1974; Miller, 1983a; Popkin, 1994). Esta concentración en un número limitado de temas se denomina *especialización temática*.

En resumen, más o menos la mitad de los ciudadanos de las sociedades industrializadas se interesan por los temas de política pública (Miller, 1983a; Verba, Schlozman y Brady, 1995). Es en este contexto en el que debe evaluarse el interés del público por los temas científicos y tecnológicos. En líneas generales, los temas científicos y tecnológicos consiguen captar una parte razonable del

interés del público, incluso en épocas de acontecimientos internacionales espectaculares. En el Capítulo IV, volveremos a ocuparnos del papel del público en el diseño de las políticas de ciencia y tecnología.

La necesidad de alfabetización científica en el centro de trabajo

Del mismo modo que ha aparecido la necesidad creciente de un cierto nivel de comprensión de la ciencia y la tecnología en relación con la formulación de las políticas públicas, los cambios sufridos en los centros de trabajo en las últimas décadas exigen a muchos trabajadores unos niveles superiores de formación científica y tecnológica, ya que se ha demostrado que las nuevas técnicas de fabricación rinden plenamente cuando las utiliza un personal altamente cualificado (Adler, 1992). La introducción de ordenadores y de nuevas tecnologías de comunicación ha transformado el entorno laboral y las expectativas de especialización de multitud de empleos, desde el trabajo básico de oficina hasta la producción. Se espera de los empleados que comprendan y manejen ordenadores, aparatos de fax, fotocopiadoras, impresoras láser, scanners y otras muchas máquinas, y que además asimilen diferentes programas y participen en el mantenimiento y la mejora de estos sistemas. La capacidad para leer un manual de informática o un libro de instrucciones de reparación se ha convertido en un requisito básico para un creciente número de puestos de trabajo.

Más allá de los conocimientos informáticos básicos y de las habilidades relacionadas con éstos, en muchas empresas y organismos privados y públicos se espera de los trabajadores que determinen su propio comportamiento en base a las políticas y objetivos institucionales, en lugar de atenerse a reglamentos y normas. Estos nuevos modos requieren poseer niveles más altos de autonomía y de formación que los necesarios según el modelo organizativo tradicional de trabajo. La creación y diseño de «sistemas flexibles de producción» y «sistemas de trabajo de alto rendimiento» (grupos semi-autónomos, círculos de control de calidad), generalmente presuponen de todos los miembros de la organización importantes capacidades para resolver problemas, para trabajar en equipo y de aprendizaje continuo (Lawler, 1995; Osterman, 1994). Para tener éxito en este entorno más independiente, muchos trabajadores necesitan una formación científica y tecnológica de mayor nivel, comenzando con la formación escolar y continuando con el «aprendizaje en el puesto de trabajo».

Vivir en una cultura científica

Las personas que viven en la cultura científica de finales del siglo XX aprecian la ciencia en y por sí misma, por su capacidad para despertar la imaginación y por su contribución a la satisfacción del deseo del hombre por saber. A pesar de la dificultad que entraña comunicar la ciencia y la tecnología a los que no son científicos, y pese a los bajos niveles de formación científica o técnica de muchos adultos, la demanda de información actual sobre los avances científicos y médicos ha seguido aumentando en las últimas décadas. Millones de adultos de Canadá, Europa, Japón y Estados Unidos ven documentales científicos en televisión y leen artículos científicos en periódicos y revistas. A mucha gente le interesa, por ejemplo, la cosmología, aunque no esperan hacer ningún uso práctico de ella. Dada la magnitud de esta demanda de conocimiento científico, se hace necesario establecer los mecanismos creativos y eficaces que permitan satisfacerla.

Es razonable suponer que una porción significativa de la población adulta debería llegar a comprender los principios científicos básicos. Nos referiremos a este nivel de comprensión como *alfabetización científica cívica*, y en el Capítulo III trataremos algunos de los principales planteamientos metodológicos utilizados para definir y medir la alfabetización científica cívica en Canadá, Europa, Japón y Estados Unidos.

El desarrollo de indicadores apropiados

Desde 1972, la Fundación Nacional de la Ciencia de EE.UU. ha venido recopilando y publicando bianualmente un conjunto exhaustivo de indicadores de las actividades científicas y tecnológicas. La Unión Europea y el Instituto Nacional de Política Científica y Tecnológica de Japón también han recopilado y publicado informes sobre indicadores semejantes. Todos estos informes incluyen los indicadores tradicionales, tales como el porcentaje del producto nacional bruto dedicado a inversiones en investigación y desarrollo o el número de científicos e ingenieros. Estos indicadores son insuficientes para evaluar el nivel de recursos científicos y tecnológicos existentes o potenciales de una sociedad, por lo que las mediciones deben tener en cuenta este activo invisible que es el conocimiento científico que posee el público (Pardo, 1992). Se han hecho más frecuentes las mediciones de las actitudes del público ante la ciencia y la tecnología, atendiendo a los cambiantes roles y necesidades de los individuos en tanto que ciudadanos, trabajadores, consumidores y miembros de las sociedades industriales modernas.

Es digno de ser destacado este aumento del interés por la comprensión pública de temas de ciencia y tecnología, y por los progresos sustanciales y metodológicos en el desarrollo de indicadores rigurosos y útiles. En general, se fomenta el uso de metodologías diversas incluyendo grupos de discusión, entrevistas en profundidad, encuestas de ámbito nacional, cuasi-experimentos, análisis de contenido de las informaciones aparecidas en los medios de comunicación y estudios de panel de poblaciones adultas.

La existencia de una serie de encuestas que se han aplicado a muestras aleatorias de población en un cierto número de países diferentes, utilizando un núcleo de preguntas relativamente comunes, abre el camino al análisis comparativo formal y al estudio de cambios temporales. Estos datos proporcionan una base suficiente para el desarrollo de modelos más poderosos y precisos para explicar las diferencias y las pautas actuales en la comprensión que el público tiene de la ciencia y la tecnología en cada país y entre unos países y otros. Dado el estado actual de la investigación en este campo, creemos que debe mantenerse y ampliarse la pluralidad de objetivos, de líneas de investigación y de metodologías, al tiempo que se profundiza en el diálogo entre las diferentes comunidades científicas.

Por último, creemos que es esencial considerar la comprensión que el público tiene de la ciencia y 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. En otros casos, especialmente en los debates públicos, la participación del público puede ser más sustancial. Pero, en cualquier caso, las percepciones y las actitudes de los ciudadanos interactúan con otros elementos del sistema de formulación y aplicación de políticas, por lo que consideramos que los conjuntos de datos de las encuestas nacionales que hemos analizado proporcionan una perspectiva importante sobre la percepción del público y el desarrollo de tales políticas.

La disponibilidad de información comparable

A lo largo de la última década se han llevado a cabo varias encuestas nacionales en los principales países industrializados y en algunos

de industrialización emergente. Con el fin de realizar el presente análisis comparativo, hemos seleccionado cuatro conjuntos de datos, que incluyen las respuestas a extensas encuestas de ciudadanos de quince países. A efectos analíticos, consideraremos a los once estados miembros de la Unión Europea² en 1992 como una única entidad. Los cuatro estudios principales incluidos en este análisis son:

Eurobarómetro, 1992. Desde hace más de veinte años, la Comisión Europea viene realizando estudios bianuales en todos sus Estados miembros que se centran en determinar el nivel de conocimiento y las actitudes que la población tiene de la Unión Europea. Cada encuesta incluye también preguntas adicionales acerca de una o varias Direcciones Generales (DG) de la Comisión. El Eurobarómetro 1992 se basó en entrevistas personales a 12.147 adultos de los once Estados miembros de la Unión Europea³ para evaluar sus intereses, conocimientos y posturas en relación con la ciencia y las nuevas tecnologías, reflejando con ello los temas de interés de la DG XII. El Eurobarómetro fue dirigido por el Dr. Karlheinz Reif y la encuesta sobre ciencia fue coordinada por el Dr. Gregorio Medrano de la DG XII.

Estudio de Indicadores Científicos en Estados Unidos, 1995. Patrocinado por la Fundación Nacional de la Ciencia, este estudio forma parte de una serie de estudios nacionales sobre las actitudes que el público estadounidense tiene hacia la ciencia y la tecnología. Para el estudio de 1995, se entrevistó a 2.006 personas pertenecientes a una muestra probabilística nacional de hogares con teléfonos y la duración de la entrevista fue de veinte minutos, e incluía un amplio conjunto de elementos que medían los intereses, conocimientos, actitudes y adquisición de la información. Este estudio fue dirigido por el Dr. Jon D. Miller, Vicepresidente de la Academia de Ciencias de Chicago y Catedrático de Ciencias Políticas en la Universidad de Northern Illinois.

² En esta monografía, se utilizan indistintamente las expresiones *Unión Europea*, *UE* y *Europa* para designar a los once países que participaron en el Eurobarómetro 1992 y que proporcionaron respuestas suficientes como para ser tenidas en cuenta en este trabajo. Los términos *europeos* y *adultos europeos* se refieren a los encuestados.

³ Los once estados miembros estudiados fueron Alemania, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Holanda, Inglaterra, Irlanda, Italia y Portugal.

Estudio Nacional de Japón, 1991. Este estudio nacional fue realizado con el patrocinio del Instituto Nacional de Política Científica y Tecnológica de Japón, y se basa en entrevistas personales realizadas a 1.457 encuestados. En el estudio se contemplaron numerosos indicadores comunes a los estudios de la Unión Europea y Estados Unidos sobre intereses, conocimientos, actitudes y adquisición de información. El estudio fue dirigido por el Sr. Hajime Nagahama, de la Universidad de Tokyo.

Estudio Nacional de Canadá, 1989. Se trata de una encuesta telefónica realizada a 2.000 individuos adultos de Canadá e incluye un amplio conjunto de indicadores sobre intereses, conocimientos, actitudes y adquisición de información. Este estudio fue dirigido por la Catedrática Edna Einsiedel, de la Universidad de Calgary.

Los cuatro conjuntos de datos utilizados en la elaboración de este informe han sido depositados en los Archivos del Centro Internacional para el Fomento de Alfabetización Científica de la Academia de Ciencias de Chicago⁴.

En los análisis que siguen, hemos intentado utilizar los mejores métodos estadísticos disponibles para comprender la estructura y el contenido del conocimiento y de las actitudes del público hacia la ciencia y la tecnología. Siempre que ha sido posible, hemos empleado escalas en lugar de elementos únicos, y hemos utilizado técnicas analíticas multivariantes, incluyendo el análisis factorial confirmatorio y modelos de ecuaciones estructurales, para evaluar las estructuras y las clases de relaciones dentro de los conjuntos de datos. En la medida de lo posible, presentamos tablas descriptivas en un intento de proporcionar explicaciones no técnicas de los resultados. Para mayor información sobre el Análisis Factorial Confirmatorio y la Modelización a partir de Ecuaciones Estructurales, remitimos al lector a los Anexos A y B, respectivamente.

⁴ Para tener acceso a cualquier conjunto de datos, deberán enviarse las solicitudes por correo a: Archive, International Center for the Advancement of Scientific Literacy, The Chicago Academy of Sciences, 2060 North Clark Street, Chicago, Illinois 60614, USA; o por telefax al N.º 773-549-5199; o por correo electrónico a la dirección: icasl@icasl.org o a través de la World Wide Web en: <http://www.icasl.org>. Podrá exigirse una contribución módica para cubrir los gastos de gestión y documentación, a la que se podrá renunciar en caso de tesis doctorales.

CAPITULO II

EL INTERES DEL PUBLICO POR LOS TEMAS CIENTIFICOS Y TECNOLOGICOS

Es necesario reconocer que los ciudadanos en las modernas y complejas sociedades industriales pueden decidir el prestar poca o ninguna atención a la política o a temas de políticas públicas, porque, como consecuencia de la inmensa diversificación de actividades posibles y pese al aumento del tiempo libre de que disfruta la mayoría de los grupos sociales, se ha generado una «escasez de tiempo», verdadera característica de la vida cotidiana de muchos ciudadanos a finales del siglo XX y virtualmente desconocida en cualquier época anterior de la historia de la humanidad. En cualquier caso, la proporción de ciudadanos que optan por no emplear tiempo ni energías en conocer o intentar influir en el proceso político en general o en el diseño de las políticas públicas en áreas concretas difiere en función del país estudiado. Por ello, en el Capítulo VI del presente trabajo, trataremos algunas de las diferencias estructurales entre distintos sistemas sociopolíticos, y sus repercusiones en la participación del público en la definición de las políticas científicas y tecnológicas.

La estructura de los intereses temáticos y políticos

En las encuestas llevadas a cabo en Canadá, la Unión Europea, Japón y Estados Unidos, se pidió a los entrevistados que manifestaran su grado de interés por determinados temas de política pública, incluidas varias cuestiones relativas a la ciencia y la tecnología. Aunque había diferencias menores en la redacción y el formato de las preguntas, todas incluían una opción de «muy interesado» como nivel máximo del interés manifestado por cada tema. Si bien puede ser ilustrativo examinar la distribución de las respuestas en cada una de las áreas tratadas en este análisis, es importante ir más allá de estos resultados descriptivos e indagar

en la estructura de los niveles de interés manifestados. ¿Confirman estos resultados la hipótesis de especialización formulada en el Capítulo I? ¿Existe un grupo definido de cuestiones científicas y técnicas de interés, o las personas se interesan por una dimensión de la ciencia y la tecnología de forma caprichosa o ecléctica?

Para examinar estas y otras cuestiones, se realizaron una serie de análisis factoriales exploratorios y confirmatorios. Como aproximación general, cada análisis se inició con el conjunto de intereses manifestados individualmente por los entrevistados, con el fin de explorar la estructura de intereses en cada sistema sociopolítico, y todo ello para el conjunto de la población de la muestra. Además, examinamos la estructura de los intereses temáticos en el segmento de población de mayor nivel educativo en cada sociedad, para ver si aparecían diferencias, y la forma que adoptaban, en relación a la estructura de los intereses del conjunto de la población. Dado el volumen y la complejidad del trabajo realizado, presentaremos los resultados por países, comenzando por la Unión Europea y Estados Unidos y terminando con Japón y Canadá, diferenciando tales resultados por áreas temáticas, niveles de educación, número de entrevistados y sus niveles de interés. Destacaremos las diferencias entre los distintos sistemas sociopolíticos estudiados, y concluiremos resumiendo las similitudes existentes entre los cuatro países en relación a la estructura de los intereses por las políticas públicas.

La Unión Europea

En los estudios del Eurobarómetro de 1992, se pidió a los entrevistados que señalaran si estaban «muy interesados, medianamente interesados o nada interesados» por los siguientes temas: los problemas medioambientales, los nuevos descubrimientos médicos, los nuevos descubrimientos científicos, los nuevos inventos y tecnologías, la política y las noticias deportivas. Una mayoría de los europeos manifestó que estaba «muy interesada» por los temas medioambientales, y el 46 % estaba muy interesado por los nuevos descubrimientos médicos (véase la Tabla 1). Dos de cada cinco europeos mostraban gran interés por los nuevos descubrimientos científicos, y el 35 % estaba muy interesado por los nuevos inventos y tecnologías. Sólo tres de cada diez europeos tenían mucho interés por la política o los deportes.

Para tener un indicador descriptivo simple del interés por los temas seleccionados, se elaboró un índice que otorgaba 100 puntos por estar muy interesado, 50 puntos por estar medianamente interesado y 0 puntos por haber respondido que no se tenía ningún interés. Por país o por grupos demográficos, la puntuación media

TABLA I
Nivel de interés por temas seleccionados, Unión Europea, 1992.

Area temática	Nivel de estudios	Nivel de interés (%)			Índice de interés temático	Número de casos
		Mucho	Regular	Ninguno		
Temas medioambientales	Total	56	38	6	75	12.147
	Inferior	53	40	7	73	9.739
	Superior	67	31	2	83	2.339
Nuevos descubrimientos médicos	Total	46	44	10	68	12.147
	Inferior	44	45	11	67	9.696
	Superior	53	42	5	74	2.342
Nuevos descubrimientos científicos	Total	38	45	17	61	12.147
	Inferior	34	47	19	58	9.652
	Superior	54	40	6	74	2.336
Nuevos inventos y tecnologías	Total	35	47	18	59	12.147
	Inferior	32	48	21	56	9.674
	Superior	49	44	7	71	2.334
Política	Total	29	52	19	55	12.147
	Inferior	25	54	22	52	9.726
	Superior	46	47	8	70	2.346
Deportes	Total	28	39	33	48	12.147
	Inferior	28	38	34	47	9.738
	Superior	27	42	31	48	2.345

Los valores de los Índices de Interés Temático pueden oscilar entre 0 y 100. A cada entrevistado, se le otorgó 100, 50 y 0 puntos, según contestara que estaba *muy interesado*, *medianamente interesado*, *nada interesado*, respectivamente. La puntuación media en los Índices de Interés Temático refleja, para la muestra total o cada submuestra, el nivel de interés relativo por el tema en cuestión.

de los Índices de Interés Temático podía variar entre 0 y 100. Utilizando este índice, los temas medioambientales ocuparon el primer puesto, con 75 puntos, y los deportes el último, con 48 puntos (véase la Tabla I).

Para examinar la estructura de los intereses de los europeos, se examinaron en primer lugar, mediante un análisis factorial exploratorio, las seis áreas temáticas de interés de 1992. (En el Anexo A, ofrecemos una breve descripción del análisis factorial confirmatorio.) Para este análisis, cada elemento se dicotomizó en «muy

interesado» y «poco interesado», dada la incapacidad del análisis factorial tradicional para utilizar datos ordinales⁵. Los resultados proporcionaron dos factores (véase la Tabla 2). El primer factor fue definido por los problemas ecológicos y los nuevos descubrimientos médicos, reflejando una preocupación general por la salud, fuertemente relacionada con la calidad del medio ambiente. Un segundo factor quedó definido por los nuevos descubrimientos científicos y los nuevos inventos y tecnologías, lo que revela un agrupamiento de los dos principales indicadores de interés por la ciencia y la tecnología. Mediante el empleo de una rotación oblimin (oblicua), la correlación entre los dos factores fue 0,38. Ni los deportes ni la política tuvieron peso significativo en ninguno de los dos factores.

TABLA 2
Resultados del Análisis Factorial Exploratorio de
intereses temáticos: Unión Europea, 1992

Area temática	Factor 1	Factor 2	h ²
Nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.53	-.18	.38
Temas medioambientales . . . . .	.78	.10	.56
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.30	-.76	.83
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.27	-.63	.60
Política . . . . .	.27	-.01	.08
Deportes	-.01	-.03	.00

Correlación entre el Factor 1 y el Factor 2 = 0,38
Número de casos = 12.147

h²: Proporción de varianza explicada
El análisis factorial exploratorio analiza la matriz de correlaciones de un conjunto de variables y determina la correlación de cada una de ellas con uno o varios factores o variables latentes. El análisis factorial ortogonal exploratorio establece un ángulo de 90° entre los distintos factores, de modo que cada uno de ellos sea estadísticamente independiente del resto. El análisis factorial oblimin (oblicuo) exploratorio permite correlacionar los factores o variables latentes y calcular el grado de correlación o asociación entre los factores. Nuestro estudio se basa en un análisis oblimin (oblicuo).

Dado este resultado, no cabría esperar un único y fuerte factor que reflejara tanto la ciencia como la salud. Para probar esta proposición, se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio, utilizando las variables en su forma ordinal original (Long, 1983). Mediante el programa LISREL se realizó un primer análisis factorial confirmatorio, utilizando la totalidad de las respuestas de los

⁵ Esta incapacidad se manifiesta particularmente cuando el número de categorías ordenadas es inferior a cinco o seis, como es el caso de los conjuntos de datos utilizados en esta monografía.

12.147 encuestados del Eurobarómetro de 1992 que tenían 18 años o más (Hayduk, 1987; Loehlin, 1876; Jöreskog y Sörbom, 1993). Los cuatro temas —nuevos descubrimientos científicos, nuevos inventos y tecnologías, nuevos descubrimientos médicos y preocupación medioambiental— no constituían un factor único. El modelo final sólo tenía un grado de libertad y un valor de chi-cuadrado de 45,7 lo que ponía de manifiesto su falta de ajuste.

El mismo procedimiento se empleó con una muestra aleatoria de 6.021 casos, lo que representaba la mitad de la muestra total, dado que un número lo suficientemente elevado de casos puede generar un chi-cuadrado elevado —aunque el modelo no se ajuste—. Pero el nuevo modelo tampoco se ajustó pues sólo alcanzó un valor de chi-cuadrado de 32,7, con un solo grado de libertad. Debido a esta modesta reducción del error, no es probable que nuevas reducciones en el tamaño de la muestra pudieran producir un ajuste aceptable.

A un nivel conceptual, el modelo básico de especialización política expuesto en el Capítulo I apuntaba a que, en las complejas sociedades modernas, algunas personas se interesarán por asuntos políticos y por políticas públicas, mientras que otras dedicarán su tiempo y sus energías a ocupaciones diferentes. Dada la relativa complejidad de los temas científicos y técnicos, es posible que muchas personas con menos años de educación formal tengan más dificultades a la hora de comprender o mantenerse al corriente de estos temas, y manifiesten relativamente poco interés por estas cuestiones. Si esta situación estuviera suficientemente generalizada, sería poco probable que mediante un análisis factorial de toda la población se hallara una estructura, ya que el modelo dominante no tendría interés alguno. Para explorar esta posibilidad, se llevó a cabo una serie de análisis factoriales confirmatorios, solamente con los encuestados con mayores niveles de educación. En términos operativos, a todos los encuestados del Eurobarómetro de 1992 que indicaron haber abandonado los estudios con dedicación completa a partir de los veinte años, se les incluyó en una submuestra de educación superior, que incluía 2.172 personas, esto es, aproximadamente el 22 % de la población con dieciocho años o más.

Los resultados del análisis factorial confirmatorio de esta submuestra de educación superior pusieron de manifiesto que los cuatro temas científicos y técnicos constituían un factor único. Los coeficientes de saturación estandarizados indican que cada uno de los cuatro elementos contribuían al factor de manera significativa (véase la Tabla 3). Este factor quedó definido por el interés por los nuevos descubrimientos médicos y por los nuevos descubrimien-

TABLA 3
Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio, Unión Europea, personas con educación superior, 1992

Area temática	Factor	h ²
Nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.85	.73
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.76	.57
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.64	.41
Temas medioambientales . . . . .	.56	.31

chi-cuadrado = 0,18/1 grado de libertad.
 Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,00
 Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,038
 Número de casos = 2.172
 h²: Proporción de varianza explicada

Mientras que en el análisis factorial exploratorio se busca la correlación entre los factores, el análisis factorial confirmatorio consiste simplemente en comprobar si un conjunto de variables seleccionadas, por motivos teóricos o de otra índole, tiene o no una estructura factorial especificada.

tos científicos. Este resultado sugiere que los europeos con un nivel de educación superior tienden a establecer una relación entre los nuevos descubrimientos médicos, los nuevos descubrimientos científicos, los nuevos inventos y tecnologías, y los asuntos medioambientales. Este modelo de mayor interés de las personas más educadas por los temas científicos es consistente con el modelo de *especialización política*.

Estados Unidos

En los Estudios de Indicadores Científicos realizados cada dos años en Estados Unidos desde 1979, se ha preguntado cada vez por un conjunto de diez u once elementos de interés. De hecho, en su forma actual la pregunta sobre intereses fue probada por primera vez por Miller y Prewitt en el estudio de 1979, junto con una serie de titulares periodísticos hipotéticos, para valorar diversos enfoques en la medición del interés. Se descubrió que el formato de consulta directa constituía una manera de medir el interés tan buena como la serie de titulares periodísticos hipotéticos, que es un procedimiento más laborioso (Miller, Prewitt y Pearson, 1980).

Según el estudio de 1995, los estadounidenses estaban considerablemente más interesados por los nuevos descubrimientos médicos que los europeos, y algo más interesados que los europeos por los nuevos descubrimientos científicos y los nuevos inventos y tecnologías. A los europeos les interesaban algo más que a los americanos los temas relacionados con el medio ambiente (véanse las Tablas 1 y 4). El nivel de interés de los americanos por los

TABLA 4
Nivel de interés en temas seleccionados, Estados Unidos, 1995

Area temática	Nivel de educación	Nivel de interés (%)			Índice de interés temático	Número de casos
		Mucho	Regular	Ninguno		
Nuevos descubrimientos médicos	Total	69	27	4	82	2.006
	Inferior	68	27	5	82	1.615
	Superior	71	27	2	85	391
Temas medioambientales	Total	53	40	7	73	2.006
	Inferior	52	41	7	72	1.615
	Superior	56	40	4	76	391
Escuelas locales	Total	57	31	12	72	2.006
	Inferior	57	31	12	72	1.615
	Superior	55	33	12	72	391
Política económica	Total	47	42	11	68	2.006
	Inferior	44	43	13	66	1.615
	Superior	60	36	4	78	391
Nuevos descubrimientos científicos	Total	44	45	11	66	2.006
	Inferior	40	47	13	63	1.615
	Superior	62	35	3	80	391
Nuevos inventos y tecnologías	Total	43	46	11	66	2.006
	Inferior	39	48	13	63	1.615
	Superior	58	37	5	76	391
Defensa/Política militar	Total	37	46	17	60	2.006
	Inferior	36	45	19	59	1.615
	Superior	40	48	12	64	391
Energía nuclear (para la producción de electricidad)	Total	29	49	22	54	2.006
	Inferior	28	49	23	52	1.615
	Superior	34	52	14	60	391
Exploración espacial	Total	25	48	27	49	2.006
	Inferior	22	48	30	46	1.615
	Superior	35	53	12	62	391
Política exterior	Total	21	53	26	47	2.006
	Inferior	17	52	31	43	1.615
	Superior	36	57	7	64	391
Agricultura	Total	21	53	26	47	2.006
	Inferior	57	31	12	72	1.615
	Superior	55	33	12	72	391

nuevos descubrimientos médicos superaba al resto de las áreas, en tanto que el nivel de interés por las cuestiones científicas y tecnológicas era mayor que el nivel de interés por la política exterior, la defensa y la política militar, y la agricultura.

Siguiendo el mismo procedimiento empleado en el análisis de los datos de la Unión Europea, se realizó un análisis factorial exploratorio con los datos de la población adulta estadounidense de 18 años y más, y se encontraron, utilizando una rotación oblicua, tres factores (véase la Tabla 5). El primer factor se definió por el elevado nivel de interés por los nuevos descubrimientos científicos, nuevos inventos y tecnologías y la exploración espacial. El interés por los nuevos descubrimientos médicos saturó en este primer factor, pero también lo hizo en el segundo factor. Este primer factor contribuyó a explicar aproximadamente el 26 % de la varianza total del análisis.

TABLA 5
Resultados del Análisis Factorial Exploratorio para
intereses temáticos, Estados Unidos, 1995

Area temática	Factor 1	Factor 2	Factor 3	h ²
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.73	.02	.06	.31
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.65	-.08	-.08	.30
Exploración espacial . . . . .	.42	-.04	-.15	.20
Nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.36	.35	.04	.19
Energía nuclear (para electricidad) . . . . .	.29	.21	-.23	.23
Escuelas locales	-.02	.42	.05	.07
Temas ecológicos . . . . .	.20	.41	-.10	.18
Agricultura	-.08	.31	-.10	.06
Defensa y política militar	-.07	.10	-.59	.17
Política exterior . . . . .	.04	-.05	-.51	.14
Política económica . . . . .	.15	.01	-.31	.14

Correlación entre el factor 1 y el factor 2 = 0,24.
 Correlación entre el factor 1 y el factor 3 = -0,45.
 Correlación entre el factor 2 y el factor 3 = -0,36.
 Número de casos = 2.006
 h²: Proporción de varianza explicada.

Se identificó un segundo factor por el interés por los temas medioambientales, escuelas locales y nuevos descubrimientos médicos. La agricultura también saturó débilmente en este factor. Este segundo factor explicaba aproximadamente el 12 % de la varianza total del análisis y se correlacionaba con el primer factor al nivel de 0,24.

Un tercer factor se identificó por el interés por las cuestiones militares y de defensa, y la política exterior, y, con una saturación

considerablemente inferior, por la política económica. Este factor puede considerarse como un factor de política nacional tradicional. Explicaba el 10 % de la varianza en el análisis. El tercer factor mostró una correlación de 0,45 con el primer factor y de 0,36 con el segundo factor.

Considerando el modelo en su totalidad, estos resultados indican que existe una estructura definida en el nivel del interés temático entre la población adulta de EE.UU. Aunque algunas personas puedan tener un interés escaso o nulo por cualquiera de las cuestiones políticas, este modelo demuestra que existen conjuntos de temas que a menudo son objeto de gran interés por parte de los mismos individuos. Habiéndose comprobado que un factor reflejaba un agrupamiento de temas científicos y técnicos, intentamos identificar con mayor precisión los componentes de ese factor o dimensión, utilizando a este fin un enfoque de análisis factorial confirmatorio.

Habiendo encontrado un solo factor que refleja la existencia de un conglomerado de temas científicos y tecnológicos, se decidió utilizar un análisis factorial confirmatorio para identificar con mayor precisión los componentes de dicha dimensión. A partir de los datos ordinales originales, dicho análisis permitió encontrar seis elementos —nuevos descubrimientos médicos, energía nuclear, nuevos descubrimientos científicos, exploración espacial, nuevos inventos y tecnologías y temas medioambientales— que saturaron un solo factor en el nivel de 0,5 o superior (véase la Tabla 6). Este resultado contrasta con el europeo, en el que no fue posible encontrar un único factor científico para el conjunto de la población adulta europea.

TABLA 6
Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio para temas científicos, Estados Unidos, 1995

Area temática	Factor	h^2
Nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.75	.56
Energía nuclear (para electricidad) . . . . .	.72	.52
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.64	.42
Exploración espacial . . . . .	.62	.39
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.59	.35
Temas medioambientales . . . . .	.58	.34

chi-cuadrado = 4,5/4 grados de libertad.
 Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,01
 Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,035
 Número de casos = 2.006
 h^2 : Proporción de varianza explicada

Hay dos explicaciones posibles a esta diferencia aparente entre Europa y Estados Unidos: una metodológica y otra de naturaleza sustantiva. Con respecto a la metodología, el estudio del Eurobarómetro de 1992 incluía un número menor de elementos temáticos, y es posible que hubiera un factor de conveniencia social que alentara algunas manifestaciones falsas de interés (Crowne y Marlowe, 1964). Si algunas personas consideraron que era socialmente deseable manifestar cierto nivel de interés por los asuntos de políticas públicas, y en consecuencia manifestaron niveles de interés superiores a los que realmente sentían, la varianza en el conjunto de datos se reduciría y sería más difícil encontrar una clara estructura factorial. Existe alguna evidencia para esta hipótesis. Utilizando el Índice de Interés Temático, los niveles manifestados de interés por los cuatro elementos de interés científico estaban comprendidos en Europa entre 59 y 75, es decir, un rango de 16 puntos. Entre los adultos de EE.UU., el nivel manifestado de interés por los seis elementos de interés científico oscilaba entre 49 y 82, lo que significa un rango de 33 puntos. A partir de estos datos es imposible determinar si este modelo refleja el impacto de las respuestas consideradas socialmente deseables o las diferencias reales en la estructura del interés temático en Europa y Estados Unidos. Una forma de comprobar esta cuestión sería el incluir un mayor número de temas en el siguiente Eurobarómetro y analizar los modelos resultantes.

La segunda explicación es, como se ha dicho anteriormente, de naturaleza sustantiva. Los análisis factoriales exploratorios revelaron una diferenciación más pronunciada entre los temas científicos y los temas relativos a la salud o a la medicina entre la población europea que entre la población estadounidense. Como ya se indicó anteriormente, fue posible, sin embargo, identificar un único factor de cuatro elementos entre los europeos con estudios universitarios. Un análisis factorial confirmatorio comparable, referente a un 20 % de la población americana que había terminado el bachillerato, permitió descubrir, entre los adultos de EE.UU. con educación universitaria, el mismo factor de seis componentes de interés por temas científicos y tecnológicos que el que se encontró entre toda la población adulta (Tabla 7). Estos resultados sugieren que entre muchos adultos europeos sin estudios universitarios existe una distinción implícita o explícita entre las ciencias de la salud o médicas y otras ciencias, pero que no se produce tal diferenciación entre la población americana.

TABLA 7
Resultados del Análisis Factorial de temas científicos,
titulados universitarios de EE.UU., 1995

Area temática	Factor	h ²
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.86	.73
Energía nuclear (para electricidad) . . . . .	.78	.61
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.71	.50
Nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.64	.41
Exploración espacial . . . . .	.60	.36
Temas medioambientales . . . . .	.41	.17

chi-cuadrado = 10,3/8 grados de libertad.
 Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,03
 Limite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,069
 Número de casos = 391
 h² : Proporción de varianza explicada

Japón

El estudio nacional japonés de 1991 solicitó a cada adulto que puntuara su nivel de interés en 14 temas, incluidos muchos elementos comparables con los estudios anteriores de Estados Unidos y la Unión Europea. No obstante, a diferencia de los demás estudios, el estudio japonés de 1991 proponía una escala con cuatro grados de interés: muy interesado, bastante interesado, poco interesado y nada interesado. Para el cálculo del índice de interés temático, se concedieron 100 puntos para «muy interesado», 67 puntos para «bastante interesado», 33 puntos para «apenas interesado» y cero puntos para «nada interesado». De este modo, debía obtenerse un índice comparable a los de los demás países. La distribución resultante parece ser una estimación razonable del nivel de interés temático.

La población adulta japonesa manifestó mayores niveles de interés por asuntos relacionados con la tercera edad, los impuestos y el medio ambiente, como muestra el índice de interés temático obtenido en estas tres áreas y que supera la marca de 70 (véase la Tabla 8). Otra área de mayor interés entre los japoneses, con una puntuación de 65 en el índice de interés temático, fue la de los nuevos descubrimientos médicos. En cambio, sólo el 17 % de los adultos japoneses declaró estar muy interesado por los nuevos descubrimientos científicos, con una puntuación total del índice de interés de 50. El índice de interés por los nuevos inventos y tecnologías fue 53 y el índice de interés por la exploración espacial fue 45. En general, los adultos japoneses mostraron relativamente más interés por asuntos económicos y cuestiones locales, como el

TABLA 8
Nivel de interés por temas seleccionados, Japón, 1991

Área temática	Nivel de educación	Nivel de interés (%)				Índice de interés temático	Número de casos
		Mucho	Regular	Apenas	Ninguno		
Asuntos relacionados con la tercera edad	Total	43	39	15	3	74	1.457
	Inferior	44	38	15	3	74	1.134
	Superior	39	43	17	1	74	323
Impuestos	Total	39	40	16	5	71	1.457
	Inferior	39	39	16	6	70	1.134
	Superior	39	43	16	2	73	323
Temas medioambientales	Total	36	46	13	5	71	1.457
	Inferior	34	45	15	6	69	1.134
	Superior	45	46	8	1	78	323
Nuevos descubrimientos médicos	Total	31	41	22	6	65	1.457
	Inferior	29	40	23	8	64	1.134
	Superior	36	44	18	2	72	323
Temas relacionados con el uso del suelo	Total	29	43	21	7	65	1.457
	Inferior	27	42	23	8	62	1.134
	Superior	37	47	14	2	73	323
Política económica	Total	30	42	22	6	65	1.457
	Inferior	28	41	23	8	63	1.134
	Superior	36	45	18	1	72	323
Educación/Escuelas	Total	27	39	25	9	62	1.457
	Inferior	24	38	28	10	59	1.134
	Superior	38	43	16	3	72	323
Energía	Total	23	41	27	9	59	1.457
	Inferior	21	39	29	11	56	1.134
	Superior	29	48	22	1	68	323
Defensa nacional	Total	18	42	31	9	56	1.457
	Inferior	17	40	32	11	54	1.134
	Superior	2	47	28	3	63	323
Agricultura	Total	20	36	34	10	56	1.457
	Inferior	20	33	36	11	54	1.134
	Superior	19	48	28	5	61	323
Política exterior	Total	17	40	33	10	55	1.457
	Inferior	14	37	37	12	51	1.134
	Superior	27	52	18	3	68	323

TABLA 8**Nivel de interés por temas seleccionados, Japón, 1991**
(continuación)

Área temática	Nivel de educación	Nivel de interés (%)				Índice de interés temático	Número de casos
		Mucho	Regular	Apenas	Ninguno		
Nuevos inventos y tecnologías	Total	16	37	36	11	53	1.457
	Inferior	14	33	39	14	49	1.134
	Superior	25	48	25	2	65	323
Nuevos descubrimientos científicos	Total	13	36	40	11	50	1.457
	Inferior	10	33	43	14	46	1.131
	Superior	22	43	32	3	62	323
Exploración espacial	Total	13	28	41	18	45	1.447
	Inferior	11	25	42	22	42	1.134
	Superior	20	37	39	4	58	323

uso de la tierra, que por los temas científicos y tecnológicos. Al igual que en Europa y Norteamérica, una proporción considerablemente mayor de encuestados japoneses con estudios universitarios manifestaron niveles elevados de interés por los temas y cuestiones científicas y técnicas.

Se llevó a cabo un análisis factorial exploratorio, utilizando los seis temas científicos y tecnológicos incluidos en este estudio: nuevos inventos y tecnologías, energía, nuevos descubrimientos científicos, temas medioambientales, exploración espacial y nuevos descubrimientos médicos. Aunque para el análisis se empleó la rotación oblicua (oblicua) en busca de factores múltiples, el procedimiento encontró solamente un factor, que representaba el 58 % de la varianza total (véase la Tabla 9). Los nuevos descubrimientos científicos, los nuevos inventos y tecnologías y los temas energéticos mostraron las mayores saturaciones en este factor. Un análisis factorial confirmatorio de los mismos seis elementos para todos los adultos japoneses de 18 años y más obtuvo el mismo resultado de un factor (véase la Tabla 10). En resumen, estos dos análisis factoriales documentan la existencia de un factor único y sólido de ciencia y tecnología entre los adultos japoneses, lo que contrasta con la estructura de dos factores que encontramos entre los europeos.

Por último, se realizó un análisis factorial confirmatorio para los titulados universitarios japoneses, utilizando los seis temas antes

TABLA 9
Resultados del Análisis Factorial Exploratorio para
intereses temáticos, Japón, 1991

Area temática	Factor	h^2
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.85	.72
Temas energéticos . . . . .	.83	.68
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.81	.66
Temas medioambientales . . . . .	.69	.48
Exploración espacial . . . . .	.69	.48
Nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.65	.48

Número de casos = 1.457
 h^2 : Proporción de la varianza explicada

TABLA 10
Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio para
intereses temáticos, Japón, 1991

Area temática	Factor	h^2
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.95	.90
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.90	.81
Temas energéticos . . . . .	.82	.68
Exploración espacial . . . . .	.78	.61
Temas medioambientales . . . . .	.66	.44
Nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.62	.39

chi-cuadrado = 7,8/6 grados de libertad.
 Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,01
 Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,039
 Número de casos = 1.457
 h^2 : Proporción de la varianza explicada

mencionados, y se consiguió un único factor (véase la Tabla 11). Siguiendo el modelo descubierto en Europa y en Estados Unidos, el interés por los nuevos descubrimientos científicos constituía un elemento determinante del factor en el caso de la población japonesa con estudios universitarios. Los temas relacionados con los nuevos inventos y tecnologías representan el segundo elemento de mayor saturación en el factor, mientras que entre la población europea y estadounidense con estudios superiores, estos mismos temas eran los que menos saturaban el mismo factor. Es interesante comprobar que los nuevos descubrimientos médicos fueron el elemento de menor saturación en el factor de interés científico entre los japoneses con estudios universitarios.

TABLA II
Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio para
intereses temáticos, Japón, personas con estudios
universitarios, 1991

Area temática	Factor	h^2
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.91	.83
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.84	.70
Temas energéticos . . . . .	.69	.47
Exploración espacial . . . . .	.69	.47
Temas medioambientales . . . . .	.46	.21
Nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.41	.17

χ^2 -cuadrado = 2,7/6 grados de libertad.
 Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,00
 Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,038
 Número de casos = 323
 h^2 : Proporción de la varianza explicada

Canadá

El estudio nacional de Canadá, de 1989, incluía un conjunto similar de elementos de interés. Empleando el mismo formato utilizado en los estudios estadounidenses y europeos, el estudio canadiense preguntaba a los encuestados por su nivel de interés por los nuevos descubrimientos científicos, nuevos inventos y tecnologías, nuevos descubrimientos médicos, exploración espacial, temas medioambientales, ordenadores y tecnologías afines, agricultura, política económica, política, deportes. Dado el mayor número de elementos de interés incluidos, resulta interesante examinar todos estos datos en cuanto a sus características estructurales.

Los canadienses manifestaron más interés por los temas sanitarios y médicos que por cualquier otro tema, con una puntuación del índice de interés de 77 (véase la Tabla 12). También manifestaron un alto nivel de interés por temas relacionados con el medio ambiente, nuevos descubrimientos científicos y nuevos inventos y tecnologías. Los canadienses, al igual que los europeos, manifestaron un nivel de interés menor por la política y los deportes que por cualquiera de los temas científicos y técnicos. A diferencia de los encuestados de Estados Unidos, los canadienses expresaron algo más de interés por cuestiones relativas a los nuevos descubrimientos científicos y nuevos inventos y tecnologías que por temas económicos y financieros.

Al igual que en Europa y Estados Unidos, los canadienses con estudios universitarios estaban considerablemente más interesados por los nuevos descubrimientos científicos y nuevos inventos y

TABLA 12
Nivel de interés por temas seleccionados, Canadá, 1989

Area temática	Nivel de educación	Nivel de interés (%)			Índice de interés temático	Número de casos
		Mucho	Regular	Ninguno		
Nuevos descubrimientos médicos	Total	59	35	6	77	2.000
	Inferior	59	35	6	77	1.794
	Superior	58	39	4	78	206
Temas medioambientales	Total	55	38	7	74	2.000
	Inferior	54	39	7	73	1.794
	Superior	71	26	3	84	206
Nuevos descubrimientos científicos	Total	41	44	15	63	2.000
	Inferior	39	44	17	61	1.794
	Superior	59	36	5	77	206
Nuevos inventos y tecnologías	Total	33	49	18	58	2.000
	Inferior	32	49	19	56	1.794
	Superior	47	46	7	70	206
Política económica	Total	26	52	22	52	2.000
	Inferior	24	52	24	50	1.794
	Superior	45	45	10	68	206
Política	Total	28	44	28	50	2.000
	Inferior	25	45	30	48	1.794
	Superior	53	33	14	70	206
Exploración espacial	Total	28	41	31	48	2.000
	Inferior	27	40	33	47	1.794
	Superior	36	48	16	60	206
Ordenadores y tecnología afín	Total	18	49	33	43	2.000
	Inferior	16	49	35	41	1.794
	Superior	35	46	19	58	206
Deportes	Total	22	40	38	42	2.000
	Inferior	22	39	39	42	1.794
	Superior	22	45	33	45	206
Agricultura	Total	19	43	38	41	2.000
	Inferior	19	42	39	40	1.794
	Superior	14	57	29	42	206

tecnologías que los canadienses con menos estudios, pero no hubo una diferencia significativa en el nivel de interés por los temas médicos o sanitarios entre los titulados superiores y los que no lo eran, en Canadá, Europa o Estados Unidos. Los canadienses con estudios universitarios estaban significativamente más interesados por las cuestiones medioambientales que otros ciudadanos.

Para examinar la estructura del interés temático en Canadá, realizamos un análisis factorial confirmatorio con los seis temas científicos o técnicos. Utilizando una rotación oblimin (oblicua), este análisis factorial exploratorio detectó una estructura de dos factores para los seis elementos científicos o tecnológicos, similar a la encontrada en la Unión Europea, pero con una correlación positiva de 0,44 entre los dos factores (véase la Tabla 13). Para examinar la solidez de estas dos dimensiones, se realizó un análisis factorial confirmatorio con el mismo conjunto de datos utilizando las respuestas ordinales originales, y este análisis reveló que los seis elementos saturaban en un único factor. Este factor viene definido por nuevos inventos y tecnologías, cuestiones medioambientales, nuevos descubrimientos científicos, tecnologías relacionadas con los ordenadores y exploración espacial. La investigación médica y sanitaria también satura este factor, pero con un coeficiente sustancialmente inferior (véase la Tabla 14). Finalmente, se realizó un análisis factorial confirmatorio con el conjunto de los cuatro elementos del estudio de la Unión Europea de 1992 y se encontró un único factor, definido por el interés por los nuevos descubrimientos científicos y los nuevos inventos y tecnologías (véase la Tabla 15).

Los datos canadienses ilustran un punto importante en relación a la búsqueda de una estructura de interés subyacente. La respuesta depende, en parte, de la pregunta que se haga. Por ejemplo, un análisis factorial exploratorio pregunta cuál es el mejor ajuste posible para un conjunto de elementos y la rotación oblimin (oblicua) permite que los factores se correlacionen. Un análisis factorial confirmatorio pregunta si un conjunto específico de variables se ajusta a un modelo determinado (véase Anexo A). En este caso, los resultados sugieren que existen dos dimensiones muy correlacionadas en los datos, pero que las dimensiones están lo suficientemente correlacionadas como para que pueda utilizarse un único factor para resumir la dimensión. Contrasta con esto el hecho de que los datos de intereses de la muestra de adultos de la Unión Europea no pudieron resumirse en un único factor, lo que sugiere que las dos dimensiones estaban más alejadas en los datos europeos que en los del resto de países.

TABLA 13
Resultados del Análisis Factorial de intereses temáticos,
Canadá, 1989

Area temática	Factor 1	Factor 2	h ²
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.80	-.03	.62
Ordenadores y tecnologías afines . . . . .	.58	-.09	.30
Exploración espacial . . . . .	.49	.14	.32
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.46	.26	.39
Temas medioambientales . . . . .	.07	.69	.52
Salud y nuevos descubrimientos médicos	-.04	.64	.39

Correlación entre el factor 1 y el factor 2 = 0,44.
 Número de casos = 2.000
 h²: Proporción de la varianza explicada

TABLA 14
Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio de
intereses temáticos, Canadá, 1989

Area temática	FActor	h ²
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.94	.89
Temas medioambientales . . . . .	.75	.56
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.67	.45
Ordenadores y tecnologías afines . . . . .	.67	.45
Exploración espacial . . . . .	.59	.35
Salud y nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.40	.16

chi-cuadrado = 1,6/4 grados de libertad.
 Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,00
 Limite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,021
 Número de casos = 2.000
 h²: Proporción de la varianza explicada

TABLA 15
Resultados del Análisis Factorial Confirmatorio del
interés por los temas de la Unión Europea, Canadá, 1989

Area temática	Factor	h ²
Nuevos descubrimientos científicos . . . . .	.82	.68
Nuevos inventos y tecnologías . . . . .	.77	.60
Temas medioambientales . . . . .	.62	.38
Salud y nuevos descubrimientos médicos . . . . .	.50	.25

chi-cuadrado = 0,62/1 grado de libertad.
 Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,00
 Limite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,054
 Número de casos = 2.000
 h²: Proporción de la varianza explicada

Una comparación de los niveles y modelos de interés

Utilizando el índice de interés temático es posible comparar los niveles de interés por temas seleccionados y buscar modelos para estos resultados. En general, existe un nivel sustancial de similitud entre la Unión Europea, Estados Unidos, Japón y Canadá. Para estos cuatro sistemas sociopolíticos, el índice de interés por los temas medioambientales se sitúa en torno a 75. La población adulta, tanto en Canadá como en Estados Unidos, manifestó un mayor nivel de interés por los temas relativos a la salud y a la medicina que los europeos o los japoneses (véase Tabla 16). Un porcentaje de japoneses bastante inferior al de los europeos y norteamericanos⁶ manifestaron tener un alto nivel de interés por los nuevos descubrimientos científicos y los nuevos inventos y tecnologías.

TABLA 16
Indices comparativos del interés temático en la Unión Europea, Estados Unidos, Japón y Canadá

Area temática	Puntuación media del índice de interés			
	Europa	EE.UU.	Japón	Canadá
Nuevos descubrimientos científicos	61	66	50	63
Nuevos inventos y tecnologías	59	66	53	58
Nuevos descubrimientos médicos	68	82	65	77
Temas medioambientales	75	73	71	74
Exploración espacial	—	49	45	48
Energía/energía nuclear	—	54	59	—
Ordenadores y tecnologías afines	—	—	—	43
Política económica	—	68	65	52
Enseñanza/escuelas locales	—	72	62	—
Agricultura	—	47	56	41
Defensa y política militar	—	60	56	—
Política exterior e internacional	—	47	55	—
Política	55	—	—	50
Deportes	48	—	—	42
Impuestos	—	—	71	—
Temas relacionados con el uso del suelo	—	—	65	—
Temas relacionados con la Tercera Edad	—	—	74	—

Los sistemas políticos democráticos dependen de que los ciudadanos tengan un interés suficiente en cada tema para generar un público atento que sea capaz de participar de manera efectiva cuando surja una polémica. Al mismo tiempo, debido a las presio-

⁶ Norteamericanos se refiere a los entrevistados de Canadá y Estados Unidos.

nes inherentes de especialización de las que hablamos en el Capítulo I de este análisis, está claro que no podemos esperar que la mayoría de los ciudadanos dedique el tiempo y las energías necesarias a estar y mantenerse informados sobre los temas científicos y técnicos. No está claro qué nivel de interés ciudadano por los temas científicos y tecnológicos es deseable o necesario. Hasta un cierto punto, la respuesta a esta cuestión quizás dependa de las estructuras de inputs y de su procesamiento propias de cada sistema político. En un sistema político como el de los Estados Unidos, con un sistema de comités legislativos consolidado y variado que sea receptivo a la aportación individual y colectiva a los temas, puede que un público atento relativamente menos numeroso sea suficiente para sostener la participación democrática en el proceso de definición de la política. En un sistema legislativo gestionado por partidos, como es el caso de Gran Bretaña, con comités sustantivos relativamente débiles, quizás sea necesario un público atento mayor para sostener una participación democrática significativa.

CAPITULO III

LA CONCEPTUALIZACION Y MEDICION DE LA ALFABETIZACION CIENTIFICA

Para comprender el concepto de alfabetización científica ⁷ es necesario comenzar por entender el significado del propio concepto de «alfabetización» en la sociedad actual. La alfabetización define el nivel mínimo de destreza en la lectura y la escritura que una persona debe tener para participar en una comunicación escrita. Se trata de una medida umbral —uno está alfabetizado o es analfabeto— y la determinación de este umbral es inherente al propio concepto de alfabetización.

Históricamente, se consideraba que las personas estaban alfabetizadas si podían leer y escribir sus propios nombres. Recientemente, se utiliza una nueva definición de las habilidades básicas de la alfabetización, para incorporar la capacidad de leer un horario de autobuses, un contrato de préstamo o las instrucciones del frasco de un medicamento (Dossey, 1997; Steen, 1997). Los educadores de adultos utilizan a menudo el término «alfabetización funcional» para referirse a esta nueva definición de las destrezas mínimas necesarias para desenvolverse en una sociedad industrial contemporánea (Harman, 1970; Cook, 1977; Resnick y Resnick, 1977; Kaestle, 1985). La investigación social y educacional realizada revela que alrededor de una cuarta parte de la población de Estados Unidos no está «funcionalmente alfabetizada», y existen buenas razones para prever que esta misma proporción sea también aplicable a la mayor parte de las naciones industrialmente maduras y, quizás, una proporción superior en las naciones de industrialización emergente (Ahmann, 1975; Northcutt, 1975; Guthrie y Kirsch, 1984; Cevero, 1985).

⁷ Nota del Traductor: Traducimos por alfabetización científica la expresión inglesa *scientific literacy* para evitar las ambigüedades que se pueden derivar de otras traducciones como «cultura científica».

Los cambios producidos en la definición de alfabetización son indicativos de algunas características importantes de su concepto básico. En primer lugar, el nivel de destrezas necesario para ser considerado alfabetizado ha cambiado con el transcurso del tiempo. Es intrínsecamente una medida relativa, no un patrón absoluto.

En segundo lugar, dada la diversidad de los sistemas económicos y sociales existentes en el mundo, una misma definición de alfabetización funcional no puede ser apropiada para las sociedades industriales avanzadas y para las sociedades agrarias del tercer mundo. Cualquier definición de alfabetización es intrínsecamente relativa al carácter de la sociedad en la que se utiliza.

Por último, la selección del nivel umbral para la definición de alfabetización es un juicio realizado por expertos, basado en una serie de consideraciones sobre el nivel mínimo aceptable de conocimientos o destrezas necesarias para funcionar en una sociedad determinada. En lo que respecta a la alfabetización básica, por ejemplo, las investigaciones realizadas indican que existen diversas pruebas o medidas de la alfabetización funcional, que reflejan las percepciones de cada uno de sus autores sobre la combinación de capacidades necesarias para desenvolverse en la sociedad. Sin embargo, una comparación de estas pruebas o tests revela que todas ellas analizan un campo común de destrezas, y que existe consenso sobre los tipos de destrezas y conocimientos necesarios para ser clasificado como funcionalmente alfabetizado (Murphy, 1975; Cevero, 1985).

Los problemas asociados a la alfabetización básica en nuestra sociedad son importantes y guardan relación con nuestras preocupaciones por una comprensión más amplia por parte del público de la ciencia y la tecnología. Para los millones de adultos que no están alfabetizados funcionalmente, el mundo de la ciencia está tan alejado como el planeta Plutón. Y una mayoría de los jóvenes que abandonan nuestros sistemas educativos primarios pasarán a engrosar las filas de los analfabetos funcionales, desapareciendo virtualmente con ello todas las posibilidades de que pudieran algún día alcanzar el nivel de alfabetización científica.

La conceptualización de la alfabetización científica

La noción de alfabetización científica se encuentra estrechamente vinculada con el concepto básico de alfabetización, pudiendo definirse la *alfabetización científica* como la aptitud para leer y escribir textos acerca de las ciencias y las tecnologías (Miller, 1983b; 1987a; 1995). La alfabetización científica podría integrar varias componentes, desde lo práctico, como es leer las etiquetas con los datos

sobre los componentes de cualquier producto alimenticio o reparar un coche, hasta lo cultural, como sería ver las últimas imágenes enviadas por el telescopio Hubble.

Acorde con ello podríamos dividir el conocimiento científico y tecnológico del público en tres categorías —alfabetización científica práctica, alfabetización científica cultural y alfabetización científica cívica— en base a la diversidad de las aplicaciones científicas y técnicas que invaden nuestra vida cotidiana. Por *alfabetización científica cívica* se entiende el nivel de conocimiento de términos y conceptos científicos suficiente como para poder leer un periódico o una revista y para entender lo esencial de los argumentos que se empleen en una controversia. A este respecto, Shen señala que:

No es lo mismo estar versado en ciencias y ser consciente de sus implicaciones que adquirir información científica para resolver problemas concretos. En este sentido, la alfabetización científica cívica difiere fundamentalmente de la alfabetización científica práctica, aunque existan áreas en las que ambos tipos se solapan. En comparación con la alfabetización científica práctica, el empeño exigido para alcanzar un nivel funcional de alfabetización científica cívica ha de ser mucho más prolongado, pero deberá realizarse tarde o temprano, porque, a medida que pase el tiempo, los acontecimientos que afecten a los seres humanos serán cada vez más dependientes de la ciencia, de modo que, en el futuro, los temas públicos relacionados con la ciencia no podrán sino crecer en volumen y en importancia. Por ello, la alfabetización científica cívica es una piedra angular de una política pública bien informada.

La cantidad de información necesaria para alcanzar el nivel de alfabetización científica cívica es cada vez mayor, como ilustran los estudios de la polémica sobre de la energía nuclear en Suecia (Nelkin, 1977). A principios de la década de los años 70, Suecia quiso desarrollar una política nacional sobre el uso de la energía nuclear para la producción de electricidad. Para ello, el Gobierno sueco ofreció los recursos económicos necesarios para la organización de un debate público más amplio sobre el tema de la energía nuclear, a través de círculos de estudio. Estos reunieron a grupos de diez a quince ciudadanos, proporcionándoles el material necesario y un mediador capaz de exponer los temas objetivamente. Tras varios meses de discusiones en las que participaron unos 80.000 ciudadanos suecos, el Comité Nacional de Información Cívica de Suecia evaluó el procedimiento y encontró que el porcentaje de adultos suecos que se sentían incapaces de tomar una

decisión, tras escuchar todos los argumentos expuestos pasó de un 63 % antes de los círculos de estudio a un 73 % después de un mínimo de diez horas de estudio y debate.

Como posible justificación, cabe destacar al respecto la dificultad que reviste para el público en general el familiarizarse con las implicaciones de una controversia científico-técnica y tomar posición en un período de tiempo relativamente corto, basándose en la información que acaba de recibir. Resulta, pues, indispensable fomentar la familiarización prolongada con el funcionamiento de la ciencia y la imagen del mundo que la misma ofrece, para facilitar, de esta forma, el procesamiento de nuevos datos sobre un tema concreto. Puede que ésta sea una tarea ardua, pero deberá llevarse a cabo si la toma de decisiones en materias científicas y tecnológicas y la influencia del público sobre estas decisiones, han de basarse en una información científica y no simplemente en valores, ni menos aún en ideas globalizantes que incurren en falacias como las que Karl Popper (1957) criticó con fuerza hace cuarenta años.

Dado que en la solución de disputas científicas y tecnológicas el público se implica principalmente en el punto central de la controversia (Miller, 1983a), es necesario disponer de un número suficiente de ciudadanos con el nivel de alfabetización científica cívica adecuado para entender y evaluar las partes esenciales de los argumentos en conflicto.

Hay quien es de la opinión radical de que la definición de *verdadera alfabetización científica* debe reservarse a los individuos capaces de entender el tercer principio de la termodinámica en básicamente los mismos términos que un físico (Shamos, 1995). Este autor sostiene que los ciudadanos nunca podrán adquirir los conocimientos suficientes como para participar en disputas científicas o tecnológicas, y es partidario de la idea, desacreditada hace tiempo, de la creación de un tribunal de ciencias para apartar la política científica del proceso democrático. Pero, incapaz de desprenderse de su propia formación en física, Shamos no llega a admitir que las instituciones políticas de nuestra sociedad están muy reticentes a sustraer la toma de decisiones a la influencia democrática, como ha quedado patente en un controvertido experimento realizado en Estados Unidos a lo largo de los últimos 40 años con las comisiones independientes para la regulación de los títulos y valores, de las prácticas comerciales y de las comunicaciones. Es más, los esfuerzos para excluir la política científica del proceso democrático podrían favorecer que se tomaran acuerdos antidemocráticos similares por parte de otros grupos de interés y, sobre todo, podrían apartar a importantes sectores de la población de la política científica y de la comunidad científica, con lo que se prepararía el camino para que la intervención del público en cuestiones científicas y tecnológicas fuese aún más problemática.

Afortunadamente, en la mayoría de los países, seguirán siendo los sistemas políticos los encargados de definir las políticas científicas y tecnológicas. En consecuencia, es importante elaborar medidas consistentes y viables del nivel de alfabetización científica cívica, como instrumentos de ayuda en la evaluación de la participación de los ciudadanos. Miller (1983b, 1987a, 1989, 1995) ha realizado un cálculo empírico del porcentaje de adultos americanos con un nivel de alfabetización científica cívica, basándose en varias encuestas nacionales iniciadas en el año 1979. Este trabajo de Miller, por ser la única fuente empírica disponible en este campo, se utiliza en esta monografía como base para la definición funcional y la medición de la alfabetización científica cívica.

La cuestión de la dimensionalidad

Una cuestión importante a la hora de definir la alfabetización científica cívica es la de saber si se trata de un concepto unidimensional o multidimensional, porque esta característica tiene importantes implicaciones para la medición de la alfabetización científica. Para explicarlo de una forma sencilla, un concepto unidimensional de la alfabetización científica cívica es el que refleja un único conjunto de elementos de conocimiento correlacionados positivamente, mientras que el concepto multidimensional representa diversos grupos de elementos de conocimiento o comprensión que deben considerarse como factores o dimensiones separadas, aunque no independientes.

Miller (1983b, 1987a, 1989, 1995) sostiene que la alfabetización científica cívica es multidimensional. En su primer trabajo, sugiere que la alfabetización científica cívica implica tres dimensiones relacionadas: un vocabulario básico de términos y conceptos científicos suficiente como para poder leer opiniones divergentes en los periódicos, una comprensión del proceso de investigación científica, y una comprensión de las repercusiones de la ciencia y la tecnología en los individuos y la sociedad (Miller, 1983a). Un dominio razonable de estas tres dimensiones reflejaría un nivel de competencia suficiente para comprender los asuntos de política científica y técnica difundidos por los medios de comunicación.

Sin embargo, en recientes estudios multinacionales sobre la alfabetización científica cívica, Miller (1996) descubrió que la tercera dimensión —las repercusiones de la ciencia y la tecnología en los individuos y la sociedad— variaba considerablemente según el país estudiado. Por este motivo, decidió adoptar una medida dicotómica para los análisis multinacionales.

Durant también identificó una estructura bidimensional para medir el conocimiento científico, si bien, a efectos analíticos, prefirió

utilizar un índice continuo de 27 elementos para medir los conocimientos del público (Durant, Evans y Thomas, 1989, 1992; Evans y Durant, 1995). En trabajos recientes, Durant propone un modelo tricotómico (la comprensión de conceptos científicos básicos, la comprensión de la metodología científica y la comprensión de la dimensión institucional de la ciencia), pero para el análisis, utiliza una sola escala que reúne las dos dimensiones «vocabulario» y «comprensión de proceso» (Bauer, Durant y Evans, 1994).

Se ha establecido un consenso en torno a la posible conceptualización de la alfabetización científica cívica como una medida dicotómica, en la que el dominio del vocabulario de conceptos científicos básicos representaría una primera dimensión y la comprensión del proceso o investigación científica constituiría la segunda dimensión. Una posible tercera dimensión reflejaría las repercusiones de la ciencia y la tecnología dentro de un sistema político determinado, o en varios países siempre que tengan experiencias científicas y tecnológicas esencialmente comunes. Finalmente, una cuarta dimensión relacionaría la comprensión de la estructura organizativa con el funcionamiento institucional de la ciencia. No obstante, una medida dicotómica fiable es adecuada para estudios comparativos de distintos países.

La medición de la alfabetización científica cívica

Como puede apreciarse, es importante crear una medida de la alfabetización científica cívica que, además, proporcione un indicador de series cronológicas susceptibles de ser utilizadas durante un periodo de tiempo relativamente largo, porque la revisión de un indicador dificulta la diferenciación de las variaciones atribuibles a cambios en la medición de aquellos otros cambios debidos al transcurso del tiempo. El debate actual sobre la composición del índice de precios al consumidor, que tiene lugar en los Estados Unidos y en otras naciones industriales importantes, no hace más que recordar la necesidad de tener indicadores estables en el tiempo.

Los primeros esfuerzos por desarrollar medidas del conocimiento científico del público en los Estados Unidos, se resintieron del uso de elementos de medida no duraderos. En 1957, la *National Association of Science Writers-NASW* (La Asociación Nacional de Escritores Científicos) encargó un análisis nacional sobre las actitudes del público ante la ciencia y la tecnología y su comprensión de las mismas (Davis, 1958). Se terminó el estudio de 1957, apenas unas semanas antes del lanzamiento del Sputnik I, y es la única medida de la comprensión y del conocimiento científico del público realizada antes del comienzo de la carrera espacial. Desgraciadamente,

de los cuatro elementos principales empleados entonces para evaluar el nivel de conocimiento real —el estroncio-90 (de la lluvia radiactiva), la fluoración del agua potable, la vacuna contra la polio y los satélites espaciales— al menos tres dejaron de ser válidos para la medición del conocimiento del público pasados veinte años.

Es por esta razón que Miller intentó elaborar un conjunto de conceptos básicos, tales como la estructura del átomo o el ADN, que conforman los cimientos intelectuales indispensables para comprender los debates sobre temas científicos contemporáneos, y que proporcionan medidas de mayor duración que términos específicos tales como la lluvia de estroncio-90 en pruebas atmosféricas.

A finales de los años 70 y principios de los 80, la Fundación Nacional de Ciencias [de EE.UU.] empezó a patrocinar amplios sondeos nacionales sobre el conocimiento y las actitudes del público de los Estados Unidos, partiendo del estudio de la NSAW de 1957. Estos primeros sondeos en EE.UU. se basaron principalmente en una autoevaluación, por cada uno de los encuestados, de su nivel de comprensión de varios términos y conceptos. Se partía del supuesto de que si a los encuestados se les ofrecía un conjunto de tres opciones (*¿entiende perfectamente, bastante, o poco?*), las personas que contestaran *perfectamente* probablemente entenderían, mientras que las personas que tuvieran dudas podrían elegir una de las otras dos opciones (Oppenheim, 1966; Dillman, 1978; Labaw, 1980; Sudman y Bradburn, 1982; Converse y Schuman, 1984). Ahora bien, estas preguntas de autoevaluación, que siguen utilizándose en los estudios nacionales realizados en el Japón, proporcionan estimaciones básicas, pero carecen de la precisión que ofrecen las preguntas sustantivas directas.

En 1988, Geoffrey Thomas y John Durant en el Reino Unido y Jon Miller en los Estados Unidos desarrollaron, en colaboración, un conjunto ampliado de preguntas directas sobre conceptos científicos. Esta combinación de preguntas abiertas y cerradas permitió conseguir estimaciones del conocimiento del público sensiblemente mejores que las obtenidas en los sondeos nacionales anteriores. Asimismo, ello permitió definir un núcleo de elementos del conocimiento que fue utilizado en posteriores estudios en la Unión Europea, Japón, Canadá, China, Corea, Nueva Zelanda y España. Estos elementos centrales, a veces modificados por adición o supresión, proporcionan un conjunto sólido de medidas del dominio del vocabulario y de conceptos científicos.

Otra tarea difícil es la medición de la comprensión, por el público, de la naturaleza de la investigación científica. Una sola pregunta abierta, en el sondeo de 1988 realizado en el Reino Unido y Estados Unidos, se refería al significado de *estudio científico*. La codificación

conjunta de las respuestas puso de manifiesto que era factible la codificación abierta a doble ciego, con obtención de coeficientes de reproducibilidad del orden de 0,9. Durant desarrolló un conjunto de preguntas cerradas para su utilización en el Eurobarómetro de 1992, mientras que Miller y Pifer prepararon preguntas abiertas para el Estudio de 1993 sobre la Alfabetización Biomédica en los EE.UU. que, posteriormente, se incorporaron en los *Indicadores de Ciencia e Ingeniería* de la Fundación Nacional de Ciencias [de EE.UU.].

La medición de la comprensión de los conceptos científicos

Es interesante ver la evolución de los sistemas de medición de la comprensión de los conceptos científicos por el público en la búsqueda de elementos de medición consistentes, y comprobar que muchas de las medidas que se utilizaron durante la última década provenían del estudio realizado en 1988 en colaboración por el Reino Unido y los Estados Unidos, en el cual se definían un conjunto de preguntas abiertas, varias preguntas múltiples y un cuestionario de preguntas cerradas del tipo verdadero-falso.

Asimismo se elaboró un procedimiento de dos etapas para conseguir respuestas abiertas, del que una pregunta abierta sobre el ADN proporciona un buen ejemplo. En la primera parte, se hacía la siguiente pregunta cerrada:

Cuando Ud. lee el término ADN en un periódico o en una revista, ¿sabe perfectamente lo que significa, tiene una idea general del tema o no sabe muy bien a que se refiere?

A los encuestados que respondieron que conocían perfectamente el significado de ADN o que tenían una idea general del mismo, se les formulaba a continuación la siguiente pregunta abierta:

Explique, por favor, con sus propias palabras, lo que significa ADN.

Los encuestadores registraron las respuestas literalmente, independientemente de que la encuesta se realizara personal o telefónicamente. Posteriormente, se codificaron las respuestas separadamente por grupos de individuos, utilizando una definición estándar del significado de ADN. Se utilizaron procedimientos de codificación a doble ciego (Montgomery y Crittenden, 1977; Perrault y Leigh, 1989; Hughes y Garrett, 1990) y codificadores americanos y británicos codificaron series completas de respuestas con el fin de asegurar su comparabilidad entre los distintos países. Los resultados de este trabajo revelaron que el uso de la codificación a doble ciego podía generar datos fiables, con pocas variaciones en la codificación entre países.

En estudios americanos posteriores se emplearon preguntas abiertas similares para medir la comprensión de otros conceptos básicos relativos a la molécula, la radiación, la lluvia ácida, los programas informáticos y la disminución de la capa de ozono alrededor de la Tierra. En el estudio estadounidense de 1995, se midió la dimensión del vocabulario mediante preguntas abiertas sobre el significado del ADN y de la molécula.

Fue en el trabajo conjunto entre el Reino Unido y los Estados Unidos en 1988 cuando se elaboró por primera vez un conjunto de preguntas múltiples cerradas. El ejemplo de la doble pregunta sobre la relación entre la Tierra y el Sol ha sido ampliamente difundido por la prensa popular. Se preguntó a cada encuestado si el Sol gira alrededor de la Tierra o si es la Tierra la que gira alrededor del Sol. A las personas que respondieron que la Tierra gira alrededor del Sol se les preguntó si la Tierra realiza dicho giro alrededor del Sol una vez al día, una vez al mes o una vez al año. Aproximadamente el 33 % de los encuestados británicos y el 47 % de los americanos contestaron que la Tierra gira alrededor del Sol una vez al año. El porcentaje de estadounidenses que da la respuesta correcta a esta pregunta se ha mantenido estable desde 1988.

En el estudio británico-estadounidense de 1988 se utilizó otro conjunto de preguntas a las que los encuestados debían contestar «verdadero o falso» u, opcionalmente, «no estoy seguro». Se había considerado, en efecto, que este tipo de preguntas menos estresante podía ayudar a reducir la presión de un interrogatorio basado en numerosas preguntas abiertas, especialmente en una entrevista telefónica en la que se corría el riesgo de que el encuestado colgara el teléfono antes del final de la encuesta. Entre las afirmaciones ofrecidas a los encuestados, cabe mencionar:

Los láseres funcionan concentrando ondas acústicas.

Toda la radiactividad es producida por el hombre.

Los primeros seres humanos vivieron en la misma época que los dinosaurios.

El centro de la Tierra está muy caliente.

Los antibióticos destruyen los virus, así como las bacterias.

Los continentes en los que vivimos han estado cambiando de ubicación durante millones de años y seguirán desplazándose en el futuro.

La leche que ha recibido radiactividad puede hacerse inocua si se hierve.

Finalmente, los encuestados debieron contestar también algunas preguntas directas del tipo «¿Qué se desplaza más deprisa, la luz o el sonido?».

Al utilizar varios de estos conjuntos de preguntas de comprensión, los estudios realizados en el Japón y Canadá permitieron obtener medidas comparables de conocimiento. En 1991, el Instituto Nacional de Política Científica y Tecnológica (NISTEP) del Japón patrocinó una encuesta, que incluía un conjunto más reducido de preguntas idénticas o parecidas a las que se utilizaron en las encuestas de Europa y Estados Unidos. Por su parte, el Estudio Nacional de Canadá de 1989 incorporó un número importante de preguntas similares a las formuladas en el estudio británico-estadounidense de 1988, incluida la pregunta abierta sobre el ADN.

Aunque los términos precisos varíen de un estudio a otro, los conjuntos de elementos de conocimiento antes mencionados deberían considerarse como una muestra del conocimiento que un individuo necesita tener para alcanzar un nivel de alfabetización científica cívica. La variedad de elementos desarrollada por el Proyecto 2061 refleja los conceptos sustantivos que conforman un universo de medidas adecuadas.

Para entender el proceso de elaboración de medidas fiables y comparables de la alfabetización científica cívica, una vía consiste en analizar los índices relativos al Eurobarómetro de 1992 y al estudio estadounidense de 1995. En ambos estudios, las preguntas giraban en torno a un núcleo común de nueve elementos de conocimiento (véase la Tabla 17) y, por el porcentaje de respuestas correctas obtenidas, la diferencia entre la población adulta europea y la estadounidense parece ser mínima. De hecho, los adultos de la Unión Europea contestaron correctamente a una media de 4,9 preguntas, mientras que la cifra para los Estados Unidos fue de 5,1. Sin embargo, las comparaciones transnacionales están limitadas a aquellos elementos formulados de una manera comparable en cada uno de los estudios y tal limitación no permite aprovechar la totalidad de la información disponible, llegando incluso a imposibilitar toda comparación cuando existen pequeñas diferencias en la redacción o en la traducción de las preguntas.

Un método alternativo de medición de la alfabetización científica combina el uso del análisis factorial y de puntuaciones de la Teoría Pregunta-Respuesta, con el fin de crear una medida métrica uniforme adecuada para la comparación de los resultados de distintas naciones. Es posible elaborar una medida aceptable de la dimensión

TABLA 17
Medidas del vocabulario conceptual en base a preguntas abiertas, Unión Europea 1992 y Estados Unidos 1995

Medidas del vocabulario conceptual	% Respuestas correctas	
	Europa	Estados Unidos
Dar una definición abierta correcta del término «molécula»	**	9
Dar una definición abierta correcta de «ADN»	**	21
Indicar que la afirmación «Los antibióticos destruyen tanto los virus como las bacterias» es falsa	27	40
Indicar que la afirmación «El láser funciona concentrando ondas acústicas» es falsa	36	40
Indicar que la afirmación «Los electrones son más pequeños que los átomos» es correcta	41	44
Indicar que la Tierra gira alrededor del Sol una vez al año, contestando a un par de preguntas cerradas	51	47
Indicar que la afirmación «Los primeros seres humanos vivieron al mismo tiempo que los dinosaurios» es falsa	49	48
Indicar que la afirmación «Toda la radiactividad es producida por el hombre» es falsa	53	72
Indicar que la luz se desplaza más deprisa que el sonido	**	75
Indicar que la afirmación «La leche que ha recibido radiactividad se hace inocua si se hierve» es falsa	66	61
Indicar que la afirmación «Los continentes en los que vivimos han estado cambiando de ubicación durante millones de años y seguirán desplazándose en el futuro» es correcta	82	78
Indicar que la afirmación «El centro de la Tierra está muy caliente» es correcta	86	78
** = no se hizo esta pregunta.		

«vocabulario» si la muestra incluye una gama apropiada de conceptos sustantivos y refleja una estructura unidimensional. El mejor método de calcular la magnitud escalar de un conjunto de elementos es el análisis factorial confirmatorio. Tras realizar un análisis factorial confirmatorio con los elementos del Eurobarómetro de 1992, el estudio estadounidense de 1995, el estudio japonés de 1992 y el estudio canadiense de 1989, se descubrió un único factor «vocabulario conceptual» con elementos similares saturando en cada factor (véanse las Tablas 18, 19, 20 y 21). Un análisis factorial confirmatorio centrado únicamente sobre la dimensión del vocabulario conceptual permitió identificar nueve elementos en la Unión Europea, los Estados Unidos y Canadá, e identificar cinco elementos como factores comparables en el Japón.

TABLA 18
Dimensiones de la alfabetización científica cívica,
Unión Europea, 1992

Medidas del vocabulario conceptual	Dimensión Conocimiento de conceptos	Dimensión Conocimiento de procesos	Porcentaje de varianza explicada
Estar de acuerdo con la afirmación «los continentes en los que vivimos se han estado desplazando durante millones de años y seguirán haciéndolo en el futuro»	.70	—	.49
No estar de acuerdo con la afirmación «Toda la radiactividad es producida por el hombre»	.69	—	.48
No estar de acuerdo con la afirmación «Los láseres funcionan concentrando ondas acústicas»	.69	—	.48
No estar de acuerdo con la afirmación «La leche con radiactividad se hace inocua si se hierve»	.66	—	.43
No estar de acuerdo con la afirmación «Los primeros seres humanos vivieron en la época de los dinosaurios»	.57	—	.32
Estar de acuerdo con la afirmación «El centro de la Tierra está muy caliente»	.56	—	.31
No estar de acuerdo con la afirmación «Los antibióticos destruyen tanto los virus como las bacterias»	.54	—	.29
Indicar que «La Tierra gira alrededor del Sol una vez al año», contestando a una doble pregunta cerrada	.51	—	.26
Estar de acuerdo con la afirmación «Los electrones son más pequeños que los átomos»	.47	—	.22
Mostrar que se entiende el significado de la probabilidad de uno entre cuatro, aplicando este principio al ejemplo de una enfermedad hereditaria, y contestando a cuatro preguntas separadas	—	.57	.33
Indicar que la astrología no es científica en absoluto.	—	.52	.27
Seleccionar un modelo experimental de dos grupos, en una pregunta cerrada	—	.34	.12

chi cuadrado = 32,3/23 grados de libertad

Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,01

Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,01

Correlación entre los dos factores = 0,87.

Número de casos N = 12.147

El análisis factorial confirmatorio es una técnica para contrastar una hipótesis acerca de la relación entre un grupo de elementos. Nuestro análisis factorial confirmatorio suponía que la alfabetización científica cívica se estructuraba en dos dimensiones, que reflejaban la comprensión de los conceptos científicos y la comprensión de los procesos científicos. De este modo, se analizó la correlación entre los elementos y se identificaron dos conjuntos de elementos con altos grados de correlación interna entre los elementos de cada dimensión, pero no necesariamente con los elementos de la otra dimensión. En este caso, el análisis factorial confirmatorio reveló que los dos factores se encontraban positivamente correlacionados.

No se reproduce esta nota en los demás cuadros de resultados de los análisis factoriales confirmatorios realizados en el marco de este estudio.

TABLA 19
Dimensiones de la alfabetización científica cívica,
Estados Unidos, 1995

Medidas del vocabulario conceptual	Dimensión Conocimiento de conceptos	Dimensión Conocimiento de procesos	Porcentaje de varianza explicada
Dar una definición correcta del ADN . . . . .	.79	—	.62
Dar una definición correcta del término <i>molécula</i> . . . . .	.77	—	.59
Indicar que «La Tierra gira alrededor del Sol una vez al año», contestando a una doble pregunta cerrada . . . . .	.69	—	.48
No estar de acuerdo con la afirmación «Los láseres funcionan concentrando ondas acústicas» . . . . .	.65	—	.42
No estar de acuerdo con la afirmación «Toda la radiactividad es producida por el hombre» . . . . .	.59	—	.35
Estar de acuerdo con la afirmación «Los electrones son más pequeños que los átomos» . . . . .	.59	—	.34
Indicar que la luz se desplaza más deprisa que el sonido . . . . .	.56	—	.31
No estar de acuerdo con la afirmación «Los primeros seres humanos vivieron en la época de los dinosaurios» . . . . .	.46	—	.22
Estar de acuerdo con la afirmación «Los continentes en los que vivimos se han estado desplazando durante millones de años y seguirán haciéndolo en el futuro». . . . .	.46	—	.21
Mostrar que se entiende la lógica experimental, seleccionando un diseño de investigación y explicando en una respuesta abierta las razones fundamentales de la necesidad de grupos de control	—	.83	.68
Dar una explicación del significado de «estudiar algo científicamente»	—	.68	.46
Mostrar que se entiende el significado de la probabilidad de uno entre cuatro, aplicando este principio al ejemplo de una enfermedad hereditaria y contestando a cuatro preguntas separadas	—	.63	.38

chi cuadrado = 91,1 / 45 grados de libertad.

Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,02

Límite superior del intervalo de confianza del 90% para el RMSEA = 0,029

Correlación entre los dos factores = 0,86.

Población estudiada N = 2.006

TABLA 20
Dimensiones de la alfabetización científica cívica, Japón, 1991

Medidas del vocabulario conceptual	Dimensión Conocimiento de conceptos	Dimensión Conocimiento de procesos	Porcentaje de varianza explicada
No estar de acuerdo con la afirmación «Toda la radiactividad es producida por el hombre» . . . . .	.73	—	.54
Estar de acuerdo con la afirmación «Los continentes en los que vivimos se han estado desplazando durante millones de años y seguirán haciéndolo en el futuro». . .	.66	—	.43
Estar de acuerdo con la afirmación «Los electrones son más pequeños que los átomos»	.56	—	.32
No estar de acuerdo con la afirmación «Los láseres funcionan concentrando ondas acústicas» . . . . .	.54	—	.29
No estar de acuerdo con la afirmación «Los antibióticos destruyen tanto los virus como las bacterias» . . . .	.44	—	.19
demostrar que se entiende el significado de la probabilidad de uno entre cuatro, aplicando este principio al ejemplo de una enfermedad hereditaria, y contestando a cuatro preguntas separadas	—	.51	.26
demostrar que se entiende la naturaleza de la experimentación, contestando a dos preguntas cerradas	—	.43	.18

chi cuadrado = 15,9/10 grados de libertad
 Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,02
 Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,038
 Correlación entre los dos factores = 0,88.
 Población estudiada N = 1.457

TABLA 21
Dimensiones de la alfabetización científica cívica,
Canadá, 1989

Medidas del vocabulario conceptual	Dimensión Conocimiento de conceptos	Dimensión Conocimiento de procesos	Porcentaje de varianza explicada
Dar una definición correcta del ADN . . . . .	.82	—	.67
Indicar que la afirmación «El láser funciona concentrando ondas acústicas» es falsa . . . . .	.65	—	.42
Estar de acuerdo con la afirmación «Los electrones son más pequeños que los átomos» . . . . .	.61	—	.37
Estar de acuerdo con la afirmación «El centro de la Tierra está muy caliente» . . . . .	.60	—	.36
Indicar que la luz se desplaza más deprisa que el sonido . . . . .	.59	—	.35
Indicar que «La Tierra gira alrededor del Sol una vez al año», contestando a una doble pregunta cerrada . . . . .	.58	—	.34
Estar de acuerdo con la afirmación «Los continentes en los que vivimos se han estado desplazando durante millones de años y seguirán haciéndolo en el futuro». . . . .	.51	—	.26
No estar de acuerdo con la afirmación «La leche que ha recibido radiactividad se hace inocua si se hierva» . . . . .	.49	—	.24
No estar de acuerdo con la afirmación «Los primeros seres humanos vivieron en la época de los dinosaurios» . . . . .	.40	—	.16
Dar una explicación del significado de «estudiar algo científicamente»	—	.66	.43
Indicar que la astrología no es científica en absoluto.	—	.39	.15

chi cuadrado = 53,3/37 grados de libertad
 Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,02
 Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,023
 Correlación entre los dos factores = 0,90
 Población estudiada N = 2.000

La dimensión del vocabulario conceptual, relativa a la Unión Europea, incluía seis elementos idénticos a los elementos encontrados en el factor de Estados Unidos y otros tres elementos que no figuraban en el factor de EE.UU. En el caso europeo, todos los elementos eran preguntas cerradas. Para Europa, la dimensión del vocabulario conceptual estaba plasmada en una pregunta del tipo verdadero-falso sobre las placas tectónicas (0,70), seguida por tres preguntas del tipo verdadero-falso acerca de la radiactividad y el láser. La dimensión europea incluía tres elementos (la leche que ha recibido radiactividad se hace inocua si se hierva, los antibióticos destruyen los virus, el centro de la Tierra está muy caliente) que también figuraban en el estudio estadounidense de 1995, pero que no ponderaron en la dimensión estadounidense del vocabulario por encima de la cota 0,40.

En cuanto al estudio estadounidense de 1995, la dimensión del vocabulario conceptual estuvo plasmada en un par de preguntas abiertas en las que se pedía una definición del ADN y de la molécula, y cuya saturación en el factor fue 0,79 y 0,77, respectivamente. El tercer elemento de mayor saturación en el factor (con 0,69) fue la doble pregunta acerca de los movimientos de la Tierra y del Sol. A continuación, se situaron las preguntas de tipo verdadero o falso sobre el láser y la radiactividad, que exigían «falso» como respuesta correcta. La pregunta directa sobre la velocidad de la luz y del sonido saturó en el factor con 0,56, mientras que las dos preguntas del tipo verdadero o falso sobre la contemporaneidad de los seres humanos y los dinosaurios y sobre las placas tectónicas tuvieron una saturación de 0,46. Estos nueve elementos ilustran una gama de conocimientos que van desde los principios básicos de la estructura atómica (la definición del término *molécula* y la relación contenedor-contenido del átomo y del electrón), hasta nociones de geología (placas tectónicas), pasando por conceptos básicos de biología (definición del ADN). Aunque no es exhaustivo, este conjunto recoge, sin embargo, conceptos científicos básicos de un amplio espectro de disciplinas científicas.

En el caso del Japón, la dimensión del vocabulario conceptual integraba cinco elementos cerrados apoyados en una pregunta sobre si toda la radiactividad es producida por el hombre. Las placas tectónicas, el tamaño relativo de los electrones y átomos, la composición del láser y la capacidad de los antibióticos para destruir los virus eran los demás elementos que intervinieron, por orden de saturación, en el factor. Estos cinco elementos fueron utilizados en uno o varios estudios nacionales en Europa, Estados Unidos y Canadá. El alto grado de relación encontrado es particularmente importante, habida cuenta del menor número de elemen-

tos que saturaron en la dimensión del vocabulario conceptual en el Japón⁸.

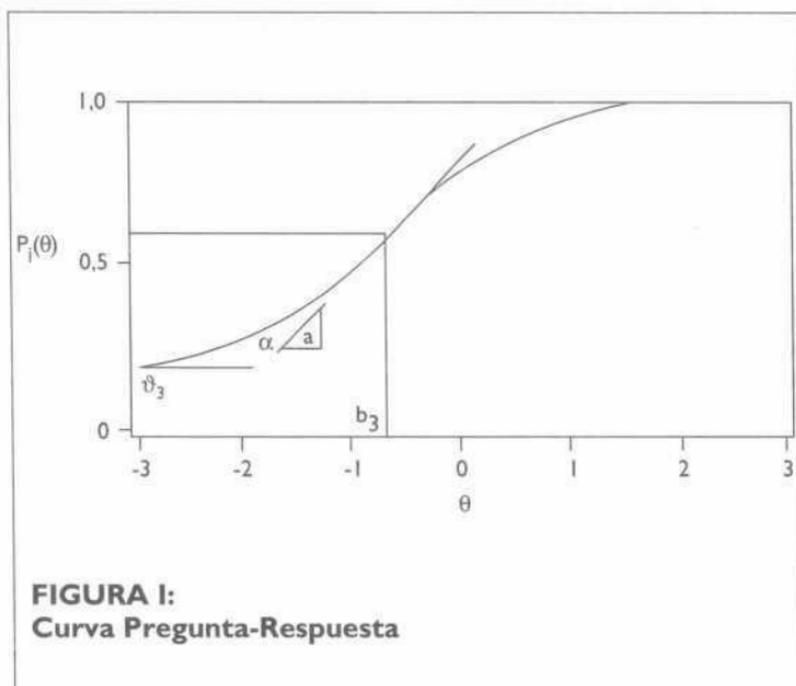
La dimensión del vocabulario conceptual, para el estudio canadiense, se apoyó en una pregunta abierta relativa al significado del ADN, seguida por preguntas cerradas acerca de la composición del láser, el tamaño de los electrones y átomos, la temperatura en el centro de la Tierra, la velocidad relativa de la luz y del sonido, la rotación de la Tierra alrededor del Sol, las placas tectónicas, y la posible coexistencia de los seres humanos y de los dinosaurios. Todas estas preguntas, que también se habían utilizado en el Eurobarómetro de 1992 y en el estudio de *Indicadores Científicos* de EE.UU. en 1995, saturaron en el factor de una forma similar a los resultados obtenidos para EE.UU.

Para poder realizar comparaciones transnacionales válidas, resultó necesario crear un resumen de las medidas de esta dimensión en los cuatro estudios, utilizando los métodos de la Teoría Pregunta-Respuesta multi-grupo, como los desarrollados en el programa BILOG-MG, ya que proporcionan un medio de calcular los valores de las preguntas y las puntuaciones de las pruebas, teniendo en cuenta el nivel de dificultad relativa, los tipos de preguntas y el contenido distinto de cada prueba (test) (Bock y Zimowski, 1997). Este programa coloca las preguntas de todas las pruebas en una escala común; al estimar conjuntamente los parámetros de la pregunta y la distribución latente de cada grupo, utiliza el método de máxima probabilidad marginal.

Fundamentalmente, la Teoría Pregunta-Respuesta (TRP) parte del principio de que las respuestas a una pregunta de conocimiento permiten trazar una curva pregunta-respuesta (véase la Figura 1), una distribución de probabilidad de las respuestas a cada pregunta, que suele ser de naturaleza logística (aunque puede ser también una distribución normal). Suponiendo que todos los entrevistados que responden una prueba (test) pudieran colocarse en un orden que reflejara sus conocimientos en el área que se investiga, el eje de abscisas de la curva pregunta-respuesta mostraría los valores estimados del conocimiento o de la capacidad, mientras que el eje de ordenadas indicaría la probabilidad de una respuesta correcta

⁸ En el análisis factorial confirmatorio, otros dos elementos saturaron en la dimensión del vocabulario, pero no se reducían a una escala propiamente. Uno de los elementos, referente a la evolución, presentaba una curva pregunta-respuesta mal ajustada, mientras que otro elemento sobre los rayos del sol como posible causa del cáncer tenía un valor umbral bajo (entendiéndose que podía compararse fácilmente con otras encuestas nacionales). Ello tuvo como resultado una reducción de la puntuación estimada del vocabulario en el caso de los japoneses encuestados.

a la pregunta teniendo en cuenta las aptitudes del encuestado. Esta curva pregunta-respuesta muestra que pocos individuos con un bajo nivel de conocimiento del tema tratado son capaces de contestar a la pregunta hipotética de la Figura 1. En cambio, aquellos encuestados con un alto nivel de conocimiento son capaces de contestar esta pregunta correctamente.



Para cada uno de los elementos de los cuatro estudios, el programa BILOG-MG ha calculado tres parámetros TPR diferentes (el parámetro «umbral», el parámetro «pendiente» y el parámetro «suposición») para distinguir entre los temas que implican diferentes grados de conocimiento. Las curvas a la izquierda de la figura representan elementos de un nivel de dificultad inferior al de los elementos situados a la derecha de la figura. Asimismo, los elementos que forman las curvas más abruptas son elementos con una capacidad de discriminación mayor que la de los elementos que generan curvas más planas (véase la Tabla 22). El parámetro «umbral» es una medida de la dificultad de la pregunta, y cuanto más alto su valor, menor es el número de encuestados que fueron capaces de contestar correctamente. El parámetro «pendiente» estima la eficacia de la medición del elemento, mientras que el parámetro «estimación» actúa como corrector de las estimaciones en las respuestas a preguntas cerradas o en la codificación de errores en las respuestas a preguntas abiertas. En la curva pregunta-respuesta hipotética ilustrada en la Figura 1, el parámetro «estimación» eleva la base desde el nivel correcto cero hasta el nivel

TABLA 22
Parámetros TPR para Elementos de Conceptos Científicos Básicos

Elementos de Conceptos Científicos Básicos	Parámetro Umbral	Parámetro Pendiente	Parámetro Estimación
Dar una definición correcta de ADN	1,191	1,006	0,020
Dar una definición correcta del término <i>molécula</i>	1,902	1,179	0,000
Indicar que la luz se desvía más que el sonido	-0,872	0,775	0,234
Indicar que la Tierra gira alrededor del Sol una vez al año, contestando a una doble pregunta cerrada	0,066	0,600	0,077
No estar de acuerdo con la afirmación «El láser funciona concentrando ondas acústicas»	0,435	0,893	0,018
No estar de acuerdo con la afirmación «Toda la radiactividad es producida por el hombre»	-0,185	1,044	0,117
Estar de acuerdo con la afirmación «Los electrones son más pequeños que los átomos»	0,312	0,535	0,000
No estar de acuerdo con la afirmación «Los primeros seres humanos vivieron en la misma época que los dinosaurios»	-0,074	0,536	0,000
Estar de acuerdo con la afirmación «Los continentes en los que vivimos se han desplazado durante millones de años y seguirán haciéndolo en el futuro»	-1,636	0,750	0,000
No estar de acuerdo con la afirmación «La leche que ha recibido radiactividad se hace inocua si se hierve»	-0,499	0,853	0,169
Estar de acuerdo con la afirmación «El centro de la Tierra está muy caliente»	-1,887	0,863	0,000
No estar de acuerdo con la afirmación «Los antibióticos destruyen tanto los virus como las bacterias»	1,158	0,534	0,000

que se alcanzaría sólo con una suposición, sin ningún conocimiento sustantivo del campo científico tratado. Todos los parámetros de elementos se estiman de una forma estandarizada, con una media de cero y una desviación estándar de 1,0 en las distribuciones latentes combinadas de los grupos.

Las contestaciones dadas por todos los individuos que participaron en los cuatro estudios fueron utilizadas para calcular los parámetros de elementos de este conjunto de conceptos científicos básicos, obteniéndose una serie de parámetros de elementos aplicables

a todas las preguntas de los cuatro estudios. Las preguntas comunes, o relacionadas, permitieron colocar en una misma escala los parámetros de las preguntas utilizadas en algunos países y no en otros. Dado que, de este modo, todos los parámetros de las preguntas estaban colocados en una escala única, ha sido posible calcular resultados comparables a partir de cada conjunto de preguntas.

El cálculo de puntuaciones individuales mediante el programa BILOG-MG se realizó utilizando una escala métrica normalizada, con una media de cero y una desviación típica de 1,0 en el conjunto de todos los encuestados. Sin embargo, esta escala métrica estandarizada resultó ser confusa, ya que aproximadamente la mitad de los encuestados habrían tenido una puntuación negativa. Por lo tanto, para conseguir una escala métrica más general, se fijó en 50 la media para el conjunto de todos los encuestados de los cuatro estudios, y en 20 la desviación típica. En la práctica, esto significa que la puntuación de todos los encuestados situados dentro de una zona de 2,5 unidades de desviación típica con respecto a dicha media iba a variar entre 0 y 100. El 1 % aproximadamente de encuestados que posiblemente estuvieran fuera de esta zona quedó truncado en la escala de cero a cien. Con esta escala métrica, y en relación con el vocabulario, las puntuaciones medias fueron 49,3 para la Unión Europea, 54,5 para los Estados Unidos, 36,1 para el Japón y 46,3 para el Canadá. Estos resultados son coherentes con el porcentaje medio de respuestas correctas a las nueve preguntas comunes de los estudios europeos y estadounidenses, pero proporcionan puntuaciones individuales más exactas y permiten, por consiguiente, las comparaciones entre naciones en base a conjuntos de preguntas de conocimiento que no son idénticos, sino que coinciden parcialmente (Miller, 1996).

Es preciso determinar la puntuación mínima que permita la identificación analítica de los individuos capaces de seguir y entender una controversia de política pública acerca de un tema científico o tecnológico. En estimaciones anteriores de la alfabetización científica cívica, Miller (1987a, 1989, 1995, 1996) utilizó un nivel umbral mínimo de 67 correspondiente a la capacidad de un encuestado para lograr dos tercios del total de puntos del índice de vocabulario conceptual. La aplicación de esta regla con los datos del estudio estadounidense de 1995 revela que un 27,2 % de los americanos obtienen una puntuación igual o superior al nivel de 67 puntos, en comparación con un 20,2 % de europeos⁹ y un

⁹ En otro análisis de catorce naciones industriales, Miller (1996) descubrió que el porcentaje de adultos que satisfacían este criterio dentro de la Unión Europea oscilaba entre un 27,2 % en Holanda y un 6,6 % en Grecia.

17,4 % de canadienses. Estas cifras indican que aproximadamente tres de cada cuatro adultos en los Estados Unidos y cuatro de cada cinco adultos en Europa y Canadá podrían ser incapaces de leer y entender noticias u otro tipo de información sobre conceptos científicos básicos del tipo ADN, molécula o radiación.

La aplicación de los parámetros TPR a los datos procedentes del Japón causó problemas. La encuesta de 1991 en el Japón incluía un conjunto más pequeño de elementos de conocimiento que los demás estudios y las preguntas tendían a tener valores umbrales inferiores, clasificándose con mayor facilidad mediante la puntuación TPR. En consecuencia, un encuestado japonés que hubiera contestado correctamente a las cinco preguntas referentes al vocabulario no habría obtenido 67 puntos. Los parámetros TPR de cada pregunta pueden compararse con la puntuación por dificultad asignada a los distintos saltos en una competición olímpica de saltos. Un salto fácil puede tener un valor de dificultad de 2,9 mientras que un salto muy complicado puede tener un valor de 4,1. Cada juez olímpico puntúa el salto en una escala de 0 a 10 y luego se multiplica esta puntuación por el valor de dificultad asignado al salto. En la puntuación TPR, el encuestado da un elemento correcto o erróneo, lo que podría traducirse en tener asignados los valores 1 y 0, respectivamente, y luego se multiplica cada respuesta correcta por su parámetro TPR para obtener el resultado total.

En cuanto al Japón, las cinco preguntas de características apropiadas para su inclusión en la dimensión del vocabulario conceptual tenían umbrales tan bajos que su total era netamente inferior a los conjuntos colectivos de elementos en los demás países. Sin embargo, no fue el número de elementos incluidos, sino su nivel de dificultad lo que creó problemas en la puntuación. Con nueve e incluso más elementos de este nivel de dificultad relativamente inferior se hubiera obtenido el mismo resultado. Esta situación es comparable a la de un nadador que realiza cinco saltos excelentes, pero fáciles. Aunque ese nadador pudiera haber realizado con éxito saltos de mayor dificultad, no existe prueba alguna que confirme o rechace esta posibilidad.

Dadas estas circunstancias, para el presente análisis podría elegirse entre dos opciones: primera, hacer caso omiso de los resultados del estudio japonés en la comparación, y segunda, bajar el nivel mínimo de puntuación estándar, puesto que el contenido del cuestionario de la encuesta japonesa de 1991 impedía que cualquiera de los encuestados japoneses pudiera alcanzar la puntuación de 67. Un examen de las puntuaciones de los adultos japoneses reveló un punto de ruptura de los datos disponibles justo por debajo del

valor 60 y, consecuentemente, en lugar de retirar el estudio japonés del estudio comparativo pura y simplemente, se rebajó el nivel mínimo de puntuación estándar de 67 a 60 para poder determinar el porcentaje de adultos japoneses que poseían un vocabulario de conceptos científicos básicos suficientemente amplio como para leer y entender información sobre cuestiones de política científica y tecnológica en los media. Aproximadamente, el 25 % de los adultos japoneses satisfacían este criterio estándar.

Una tipología de la comprensión de procesos científicos

La medición de la comprensión que el público tiene de la naturaleza de la investigación científica, es una actividad paralela a la medición de la comprensión de conceptos científicos. Para alcanzar el nivel de alfabetización científica cívica, es preciso que los individuos demuestren tener una mínima comprensión de las bases empíricas de la investigación científica. Idealmente, las personas deberían entender la ciencia como un proceso de desarrollo y verificación de teorías. Además, deberían conocer el principio fundamental de la naturaleza de la investigación científica que es el hecho de que las teorías científicas son proposiciones relacionadas lógicamente de una forma deductiva, sujetas en principio a verificación empírica y susceptibles de ser rechazadas (Popper, 1959). En las encuestas sobre alfabetización científica, se espera de los encuestados que proporcionen una definición general de la investigación científica compatible con el paradigma popperiano.

En sus estudios iniciales de la situación en EE.UU., Miller (1983b, 1987a, 1989, 1995) utilizó una pregunta única abierta acerca del significado de «estudio científico» junto con una pregunta cerrada acerca del carácter científico o no científico de la astrología, para identificar a los encuestados con una mínima comprensión del proceso de *investigación científica*. Se preguntó a los encuestados si tenían una *clara comprensión*, una *idea general* o una *comprensión escasa* de lo que significa estudiar algo científicamente. A los encuestados que manifestaron tener una clara comprensión o una idea general del significado de «estudiar algo científicamente», se les pidió que describieran, con sus propias palabras, lo que significaba. Se recogieron las respuestas literalmente y, posteriormente fueron codificadas por equipos de tres o más codificadores independientes. Para el estudio británico-estadounidense de 1988, los equipos británicos y estadounidenses codificaron todas las respuestas de los dos países y el coeficiente de fiabilidad intercodificador de los resultados finales fue superior a 0,90.

A la pregunta abierta sobre el significado de «estudio científico», los encuestados contestaron comúnmente que un estudio científi-

co implicaba la realización de un experimento. Esta fue a menudo la única respuesta dada y se codificó como correcta, pero desveló la necesidad de una medida ampliada al significado del término «experimento». De ahí que en el estudio de 1993 sobre Alfabetización Biomédica, Miller y Pifer (1995) introdujeron la siguiente pregunta sobre experimentación:

Ahora, por favor, piense en esta situación. Dos científicos desean saber si cierto fármaco es eficaz para reducir la tensión arterial alta. El primer científico desea administrar el fármaco a 1.000 personas con tensión arterial alta y ver cuántas experimentan niveles inferiores de tensión arterial. El segundo científico desea dar el fármaco a 500 personas con tensión arterial alta y no administrarlo a otras 500 personas con el mismo problema, para ver cuántas personas de ambos grupos experimentan niveles inferiores de tensión arterial. ¿Cuál es la mejor forma de probar este fármaco?

¿Por qué es mejor probar el fármaco de esta forma?

A todos los entrevistados se les hizo la encuesta de seguimiento, independientemente del grupo que seleccionaron. Esta decisión demostró ser útil a la hora de evaluar el nivel de comprensión. Mientras que la mayor parte del 17 % de los adultos estadounidenses que seleccionó el diseño de grupo único en 1995 no comprendía los fundamentos de un grupo de control, un pequeño número de encuestados explicó que comprendían la lógica de los grupos de control y de los placebos, pero que éticamente no se podía ocultar la medicina a los ciudadanos. Dejando a un lado los argumentos éticos, de esta respuesta se deduce claramente que este pequeño grupo de encuestados —que representa aproximadamente un 1 % del total de la muestra— sí tenía un nivel adecuado de comprensión de la lógica de la experimentación y se le codificó como que comprendían la naturaleza de la investigación científica.

Entre el 69 % de las personas que seleccionaron el diseño de dos grupos en 1995, la prueba con preguntas abiertas puso de manifiesto una falta sustancial en la comprensión de los fundamentos del diseño experimental. La mayor parte de este grupo —que representa aproximadamente el 40 % de la población total— indicó que había seleccionado el diseño de dos grupos, de forma que si el fármaco «mataba a un montón de personas», se cobraría menos víctimas, ya que se habría administrado a menos sujetos. Dificilmente es ésta la comprensión de la lógica experimental que se podría deducir de la selección del diseño de dos grupos e ilustra uno de los riesgos de las preguntas cerradas. Aproximadamente el 12 % de los adultos

estadounidenses seleccionó el diseño de dos grupos y fue capaz de explicar la lógica de los grupos de control. Un 14 % adicional de los estadounidenses entrevistados en el estudio de 1995 seleccionó el diseño de dos grupos y proporcionó un fundamento general que incluía una «comparación» entre los dos grupos, pero al que le faltaba el lenguaje o la lógica de los grupos de control.

Además, en esta evaluación del mínimo nivel de comprensión de la naturaleza de la investigación científica, se hizo una pregunta cerrada para medir la comprensión que cada encuestado tenía del concepto de probabilidad. Se informó a cada encuestado sobre una pareja que deseaba tener un bebé, pero que habían sido informados de que existía una probabilidad entre cuatro de que un hijo suyo tuviera una enfermedad hereditaria. A continuación, se ofrecieron a cada encuestado cuatro explicaciones posibles del significado de la probabilidad una entre cuatro, y se le pidió que manifestara su acuerdo o desacuerdo con cada una de las cuatro posibilidades. Estos eran los cuatro enunciados:

- (a) ¿Significa esto que si sólo tienen tres hijos, ninguno tendrá la enfermedad?
- (b) ¿Significa esto que si su primer hijo padece la enfermedad, los tres siguientes no la tendrán?
- (c) ¿Quiere esto decir que cada uno de los hijos de la pareja presentará el mismo riesgo de padecer la enfermedad?
- (d) ¿Significa esto que si sus primeros tres hijos están sanos el cuarto tendrá la enfermedad?

Aproximadamente el 54 % de los adultos estadounidenses demostraron saber qué es la *probabilidad*, al seleccionar el enunciado (c) como respuesta correcta y descartar las otras tres opciones por incorrectas.

Para clasificarse dentro del grupo de ciudadanos con una mínima comprensión de la naturaleza de la investigación científica, los encuestados debían satisfacer dos criterios. En primer lugar, debían dar muestra de su comprensión de la naturaleza de un estudio científico, para lo cual o bien debían describir el estudio científico como un proceso de elaboración y verificación de teorías o bien debían demostrar su correcta interpretación del procedimiento experimental. En segundo lugar, debían probar que entendían correctamente lo que era la *probabilidad*. Un 21 % de los encuestados estadounidenses satisfizo este criterio en el estudio de 1995.

El Eurobarómetro de 1992 incluía tres conjuntos de preguntas cerradas de medición de la comprensión del proceso científico y ninguna pregunta abierta. Estas preguntas se referían a la comprensión de la naturaleza de la investigación científica y saturaron un segundo factor del análisis factorial confirmatorio, siguiendo un protocolo similar al descrito anteriormente para Estados Unidos (véase la Tabla 18). Vista la importancia de la hipótesis bidimensional para este análisis, es preciso pasar revista brevemente a estos tres conjuntos de preguntas.

En primer lugar, se dividió aleatoriamente en dos grupos la muestra total del Eurobarómetro. A los encuestados se les hizo dos preguntas cerradas: Se les presentó una situación médica hipotética, por un lado, y, por otro, el caso de una máquina-herramienta, y se les pidió que especificaran cómo obtendrían información para evaluar la eficacia de un fármaco o la resistencia de un metal, seleccionando entre tres respuestas posibles: (a) pedir el consejo de un experto en esta materia, (b) utilizar sus propios conocimientos científicos, y (c) realizar un experimento. La opción del experimento fue codificada como respuesta correcta, y aproximadamente el 38 % de los adultos europeos dio esta respuesta correcta.

Se evaluó la comprensión de lo que es un «experimento» con una pregunta adicional redactada en los mismos términos que la primera parte de la pregunta insertada en el estudio de 1993 sobre Alfabetización Biomédica en EE.UU. y citada anteriormente en los comentarios acerca del estudio estadounidense.

En respuesta a esta pregunta, alcanzó casi el 65 % el porcentaje de encuestados europeos que eligió el modelo de dos grupos. Sin embargo, dado que el Eurobarómetro no realizó la prueba de seguimiento que sí se había hecho en Estados Unidos en 1993 y 1995, es probable que este resultado exagere el nivel real de comprensión de la lógica de experimentación que tiene el público europeo.

Pese a que ninguna de las preguntas era del tipo abierto, la combinación de ambos elementos en un único indicador mejoró la calidad de la medida. Todos los encuestados que seleccionaron la opción del experimento como respuesta correcta a la primera pregunta cerrada, y aquellos que optaron por el modelo de dos grupos para contestar la segunda pregunta, se clasificaron en la categoría de individuos con un nivel mínimo aceptable de comprensión de la experimentación. Casi el 28 % de los adultos europeos alcanzaron este nivel de comprensión en el Eurobarómetro.

En segundo lugar, se empleó la técnica del doble cuestionario con una pregunta sobre el fundamento científico o no científico de la astrología. Se pidió a todos los encuestados en el Eurobarómetro de 1992 que puntuaran el nivel científico de un conjunto de disciplinas o actividades, usando una escala que oscilaba entre 1 para «no científico en absoluto» y 5 para «muy científico». La lista incluía: biología, astronomía, historia, física, astrología, economía, medicina y psicología. A una mitad aleatoria de los encuestados se les dio una frase adicional de explicación para cada una de las disciplinas. Por ejemplo, se definió la astronomía como «el estudio de los cuerpos celestes» y la astrología como «el estudio de la influencia oculta de las estrellas, planetas, etc., sobre los asuntos humanos». Cerca del 40 % de los adultos europeos entrevistados en el Eurobarómetro de 1992 indicó que la astrología no es científica en absoluto, pero el 52 % manifestó la opinión de que la astrología tenía algún contenido científico.

En tercer lugar, se incluyó una pregunta cerrada para evaluar la comprensión del concepto «probabilidad» por parte de los encuestados. Al igual que la pregunta hecha en el estudio estadounidense, esta pregunta en el Eurobarómetro planteaba una situación en la que un médico «informa a una pareja de que tienen una probabilidad entre cuatro de tener un hijo con una enfermedad hereditaria». A continuación, se les mostró a los encuestados una ficha con las siguientes cuatro opciones, ya presentadas, en el estudio estadounidense y se les pidió que seleccionaran la respuesta correcta:

- (a) Si solamente tienen tres hijos, ninguno padecerá la enfermedad.
- (b) Si su primer hijo tiene la enfermedad, los tres siguientes no la tendrán.
- (c) Cada uno de los hijos de la pareja presenta el mismo riesgo de padecer la enfermedad.
- (d) Si sus tres primeros hijos están sanos, el cuarto tendrá la enfermedad.

Se codificó como correcta la respuesta (c) y aproximadamente el 71 % de los adultos europeos seleccionó esa opción en el estudio del Eurobarómetro de 1992.

Para calcular la proporción de europeos que comprenden la naturaleza de la investigación científica, se elaboró una tipología simple, que se ajustaba al marco empleado para los análisis de los conjuntos de datos de los EE.UU. Se codificó como que comprendían la

naturaleza de la investigación científica a todos los encuestados que demostraron tener un nivel mínimo aceptable de comprensión del concepto «experimento», que reconocieron que la astrología no es científica en absoluto y que contestaron correctamente a la pregunta sobre probabilidad. Aproximadamente un 12 % de los adultos europeos del estudio del Eurobarómetro de 1992 alcanzó este nivel.

El estudio japonés de 1991 incluía dos elementos de medición de la comprensión de la naturaleza de la investigación científica. Primero, se pidió a cada encuestado que clasificara su propia comprensión del significado de un estudio científico con la misma pregunta utilizada en los demás países. El estudio de Japón de 1991 no incluía una prueba de preguntas abiertas. Cuando se preguntó a los adultos japoneses en qué medida comprendían qué significa estudiar algo científicamente, el 4 % afirmó tener una clara comprensión y el 36 % dijo que lo comprendía. Casi la mitad de los adultos japoneses declaró que apenas lo comprendía y el 12 % dijo que no lo comprendía en absoluto. Aunque hubiera sido deseable realizar una prueba confirmatoria con preguntas abiertas, la literatura sobre la cultura japonesa apunta a que la mayoría de los japoneses serían reacios a exagerar su nivel de comprensión, por lo que utilizaremos sus respuestas como el mejor indicador disponible de la comprensión de un estudio científico entre la población adulta japonesa (Carll y Bowman, 1996).

A continuación, se hizo a cada encuestado una pregunta cerrada sobre un hipotético ensayo de fármacos. Se describió una situación en la que unos investigadores médicos deseaban determinar la eficacia de un determinado fármaco; a cada encuestado se le pidió que determinara si la mejor información podría obtenerse preguntando al paciente, utilizando los conocimientos de bioquímica de los médicos o realizando un experimento. Se codificó como correcta la respuesta relativa al experimento y el 38 % de los adultos japoneses del estudio de 1991 dio una respuesta correcta.

Para conseguir un único indicador de la comprensión de la lógica de un experimento, a todos los encuestados que afirmaron «comprender perfectamente» o «comprender» el significado de un estudio científico y que seleccionaron la opción del experimento como respuesta a la pregunta sobre la evaluación de un fármaco, se les codificó en la categoría de quienes tienen al menos una comprensión mínima de lo que es la experimentación. En el estudio de 1991, cerca del 18 % de los adultos japoneses tenían dicho nivel.

El segundo elemento que saturó el factor de la comprensión de la investigación científica se refería a la probabilidad. En lugar de la

pregunta sobre probabilidad que, en Europa y en Estados Unidos, se refería a una enfermedad hereditaria, los diseñadores de la encuesta japonesa de 1991 hicieron una pregunta sobre la genética de las plantas, tomando un ejemplo de flores rojas y blancas. Se cambió el contexto de la pregunta al estimarse que los estudiantes japoneses posiblemente identificarían más fácilmente los conceptos de probabilidad en el contexto de la genética vegetal que en el de la experimentación de fármacos. En la pregunta, se proponía una selección de cuatro respuestas estructuradas de una forma similar a la pregunta sobre probabilidad incluida en los estudios de EE.UU. Un 20 % de los adultos japoneses en 1991 fueron capaces de dar como buena la respuesta que contemplaba la igualdad de posibilidades y de rechazar como incorrectas las otras tres opciones.

Aplicando el procedimiento empleado en los demás análisis, se elaboró una tipología sencilla de niveles de comprensión de la naturaleza de la investigación científica. Los encuestados japoneses que superaron las pruebas de comprensión tanto de la experimentación como de la probabilidad fueron clasificados en la categoría de personas que comprenden la naturaleza de la investigación científica y, en 1991, sólo el 5 % de los adultos japoneses llegó a clasificarse. Este resultado es sorprendentemente malo, teniendo en cuenta que el 18 % de los adultos japoneses entendían el concepto de experimentación y un 20 % comprendía el de probabilidad. El coeficiente de correlación policórica¹⁰ entre las dos variables es 0,21. Del limitado conjunto de datos de Japón no se deduce claramente si se habría estimado esta segunda dimensión de forma diferente en caso de que el estudio japonés hubiera incluido preguntas adicionales relacionadas con el proceso científico o pruebas abiertas.

El estudio canadiense de 1989 incluía una pregunta abierta sobre el significado de «estudio científico», igual a la pregunta utilizada en las encuestas de EE.UU., así como la pregunta sobre el valor científico o no científico de la astrología que Miller había utilizado en sus primeros estudios de valoración de la alfabetización científica cívica. La codificación utilizó categorías que pudieron subsumirse en una medida comparable a la que se utilizó en los EE.UU. A los encuestados que fueron capaces de dar una explicación aceptable del estudio científico y de contestar que la astrología no es científica en absoluto se les clasificó en la categoría de gente con un nivel mínimo aceptable de comprensión de la naturaleza de la investigación científica. Aproximadamente el 8 % de los canadienses alcanzaron este nivel.

¹⁰ El coeficiente de correlación policórica refleja la relación entre dos variables ordinales, en el supuesto de que cada variable ordinal es una medida bruta de una variable continua subyacente (Jöreskog y Sörbom, 1993).

La confirmación de la estructura básica

El tipo de relación entre las dimensiones «vocabulario conceptual» y «comprensión del proceso científico» indica que estas dos medidas deberían estar correlacionadas positivamente. El problema principal consiste en determinar si realmente existe una diferenciación suficiente entre ambas, como para que merezcan ser tratadas como dos dimensiones separadas. Esta tarea se llevó a cabo mediante una serie de análisis factoriales confirmatorios para examinar la saturación de cada elemento en las dimensiones «vocabulario conceptual» y «comprensión del proceso científico», así como el tipo de relación entre ambos factores.

Con el análisis factorial confirmatorio de los datos de 1992 de la Unión Europea se encontraron dos factores bien delimitados. Nueve elementos de vocabulario conceptual saturaron en el primer factor y tres variables de comprensión del proceso científico saturaron en el segundo factor (véase la Tabla 18). Los dos factores estaban correlacionados con un valor de 0,87. Esto significa que están relacionados, pero que son separables para fines analíticos.

En el caso de EE.UU., el análisis factorial confirmatorio reveló la existencia de dos factores bien delimitados con nueve elementos saturando en la dimensión «vocabulario conceptual» y otros tres elementos saturando en el factor «comprensión del proceso» (véase la Tabla 19). Los dos factores estaban correlacionados con un valor de 0,86, virtualmente idéntico al modelo de la Unión Europea.

Pese a las diferencias de redacción y formato de las preguntas, el análisis factorial confirmatorio de los datos del estudio japonés de 1991 reveló una estructura similar con dos factores (véase la Tabla 20). Un factor estaba compuesto por cinco elementos de vocabulario conceptual, mientras que otro factor estaba definido por dos elementos de comprensión del proceso científico. Los dos factores estaban correlacionados con un valor de 0,88, parecido al de la Unión Europea y de los Estados Unidos.

Finalmente, un análisis factorial confirmatorio de los datos del estudio canadiense de 1989 indicó la existencia del mismo modelo de dos factores (véase la Tabla 21). Nueve elementos de vocabulario conceptual definían uno de los factores y el segundo factor se componía de dos elementos de comprensión del proceso científico. Estos dos factores estaban correlacionados con un valor de 0,90, diferenciándose muy poco de los tres esquemas anteriores.

Estos cuatro esquemas factoriales parecen corroborar la existencia de una estructura común de la alfabetización científica cívica en los países industrializados. En efecto, de cada análisis emergió una estructura casi idéntica, a pesar de las diferencias en el número de elementos, el uso de preguntas abiertas y cerradas, y algunas variaciones en la formulación. Además, hay una buena evidencia empírica de que existen dos factores correlacionados, analíticamente separables.

El cálculo de los resultados

Tras descubrir esta estructura factorial común, puede resultar interesante elaborar un único indicador del nivel de alfabetización científica cívica basado en el modelo bidimensional. Para ello, se supone que los individuos que mostraron tener un alto nivel de comprensión de ambas dimensiones —vocabulario y proceso—, serán también los más capaces de adquirir y entender la información acerca de las controversias de política científica y tecnológica. A estos individuos se les califica de bien informados o científicamente alfabetizados.

Por otra parte, se supone que los individuos que no dominaban ambas dimensiones, sino que sólo mostraron tener un conocimiento adecuado del vocabulario de conceptos científicos o bien sólo un nivel aceptable de comprensión de la naturaleza de la investigación científica, tendrán una menor capacidad para entender informaciones sobre un debate de política científica o tecnológica. A estas personas se les califica de medianamente informadas o parcialmente alfabetizados científicamente.

Los encuestados europeos que obtuvieron al menos una puntuación de 67 y demostraron poseer un nivel mínimo aceptable de comprensión de la naturaleza de la investigación científica, fueron clasificados en la categoría de ciudadanos bien informados. Los individuos que superaron la prueba en una de las dimensiones únicamente, fueron clasificados en la categoría de ciudadanos moderadamente informados. Un 5 % de los adultos europeos reunieron las condiciones para entrar en la categoría de ciudadanos bien informados, mientras que otro 22 % podían ser considerados como medianamente informados. Es interesante señalar que, dentro de Europa, el porcentaje de adultos científicamente alfabetizados oscila entre el 10 % alcanzado en Gran Bretaña y el 1 % de Portugal. En comparación, fueron un 12 % los adultos americanos clasificados de bien informados y aproximadamente un 25 % los que pertenecían a la categoría de ciudadanos medianamente informados (véase la Tabla 23).

TABLA 23

Estimación del porcentaje de adultos de Canadá, Europa, Japón y Estados Unidos que están científicamente alfabetizados, según estudios, género y edad

Adultos con un nivel de alfabetización científica cívica	Unión Europea	Japón	Estados Unidos	Canadá
Población de 18 años o más	5/22(12.147)	3/22(14.57)	12/25(20.06)	4/17(2.000)
Nivel de estudios				
Inferior a estudios secundarios	1/10(33.24)	2/11(433)	1/8(387)	1/9(1.143)
Título de enseñanza secundaria	4/22(6.103)	2/25(701)	8/28(1.228)	4/23(651)
Titulado universitario	11/37(2.712)	7/30(323)	35/33(392)	21/40(206)
Género				
Femenino	3/17(6.372)	1/15(746)	8/20(1.053)	2/11(1.024)
Masculino	7/27(5.775)	6/29(711)	16/30(953)	6/23(976)
Edad				
De 18 a 29 años	6/27(3.028)	5/26(330)	12/32(479)	5/20(582)
De 30 a 39 años	7/26(2.317)	6/24(252)	15/30(479)	6/25(445)
De 40 a 49 años	6/24(1.837)	3/18(302)	17/23(383)	4/17(339)
De 50 a 64 años	3/20(2.734)	1/26(243)	8/20(340)	2/9(364)
De 65 años en adelante	2/11(2.231)	2/18(331)	3/13(321)	1/8(245)
% bien informados o científicamente alfabetizados/% medianamente informados o parcialmente alfabetizados científicamente Número de casos = ()				

Los adultos japoneses con una puntuación de 60 puntos o más y con una comprensión mínima de la naturaleza de la investigación científica, fueron clasificados como bien informados. Eran aproximadamente un 3 %, y otro 22 % fueron clasificados como medianamente informados.

Los encuestados canadienses que alcanzaron una puntuación mínima de 67 y fueron capaces de demostrar una mínima comprensión de la naturaleza de la investigación científica fueron clasificados como ciudadanos bien informados. Sólo un 4 % de los adultos canadienses entraron en esta categoría de ciudadanos bien informados, mientras que un 17 % fueron clasificados como medianamente informados.

La distribución de la alfabetización científica

Una vez definida y medida la alfabetización científica cívica en Canadá, Europa, Japón y Estados Unidos, puede resultar apropiado fijarnos en la distribución de la alfabetización científica por grupos de edad, género y niveles educativos. Nuestro primer examen de los modelos básicos de distribución indica que los porcentajes de adultos de 18 años y más que se clasificaron como medianamente informados, o parcialmente alfabetizados científicamente, son similares en las cuatro sociedades estudiadas. El modelo de distribución de los ciudadanos bien informados, o alfabetizados científicamente, presentaba diferencias, siendo superior la ventaja diferencial de los EE.UU. (más de dos veces el número de adultos europeos, más de tres veces el número de canadienses y más de cuatro veces el de los japoneses). Entre los cuatro sistemas sociopolíticos estudiados, existen, sin embargo, variaciones sustanciales en los niveles de alfabetización científica determinados según el nivel de estudios, el género y la edad (véase la Tabla 23).

Al observar la proporción de adultos que están bien informados o medianamente informados según los niveles educativos, se advierte que los titulados universitarios tienen una probabilidad significativamente mayor de clasificarse como alfabetizados científicamente en los cuatro sistemas políticos, que los individuos que han recibido menos años de enseñanza reglada. La ventaja de la universidad es mayor en Canadá y Estados Unidos y más pequeña en Japón (véase la Tabla 23).

Esta diferencia puede atribuirse a la estructura de la enseñanza superior en estos cuatro sistemas. En Estados Unidos, las universidades suelen exigir a todos los estudiantes que completen un núcleo de cursos educativos básicos, independientemente del campo de especialización o de la disciplina elegida. Por ejemplo, un titulado universitario de Estados Unidos que obtuviera un título en historia o literatura habría tenido que aprobar varias asignaturas de ciencias o matemáticas y aproximadamente la misma cantidad de materias de ciencias sociales. Por el contrario, en la mayoría de los sistemas europeos y en algunas universidades japonesas, un estudiante puede centrar prácticamente todo su tiempo de estudio en una única disciplina o en una estrecha banda de cursos.

En los cuatro sistemas políticos, los hombres tienen una probabilidad doble que las mujeres de clasificarse como alfabetizados científicamente. Es asombrosa la similitud de esta diferencia a través de los cuatro sistemas políticos y de las cuatro culturas.

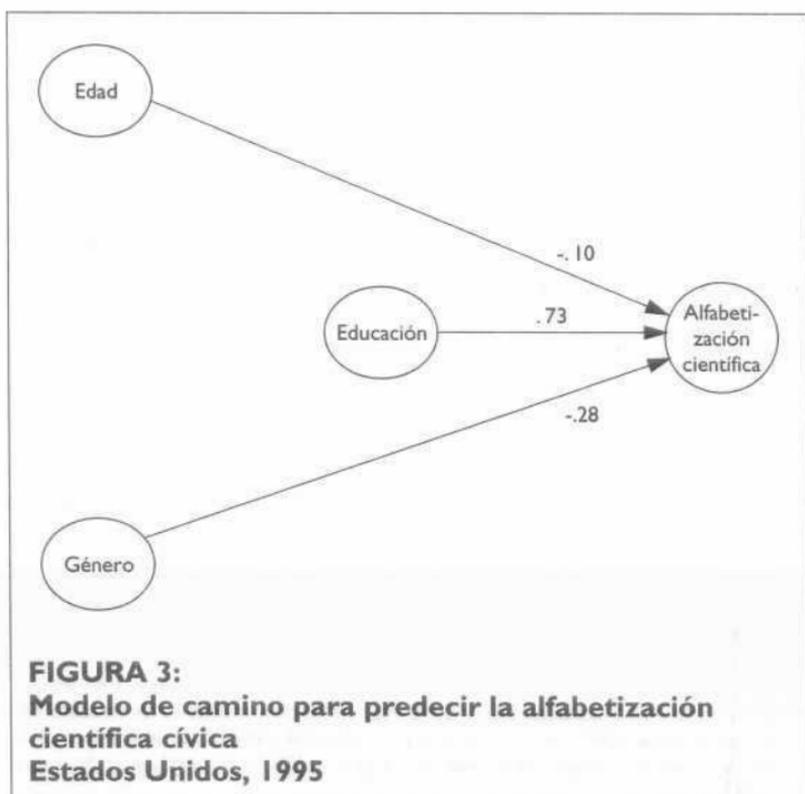
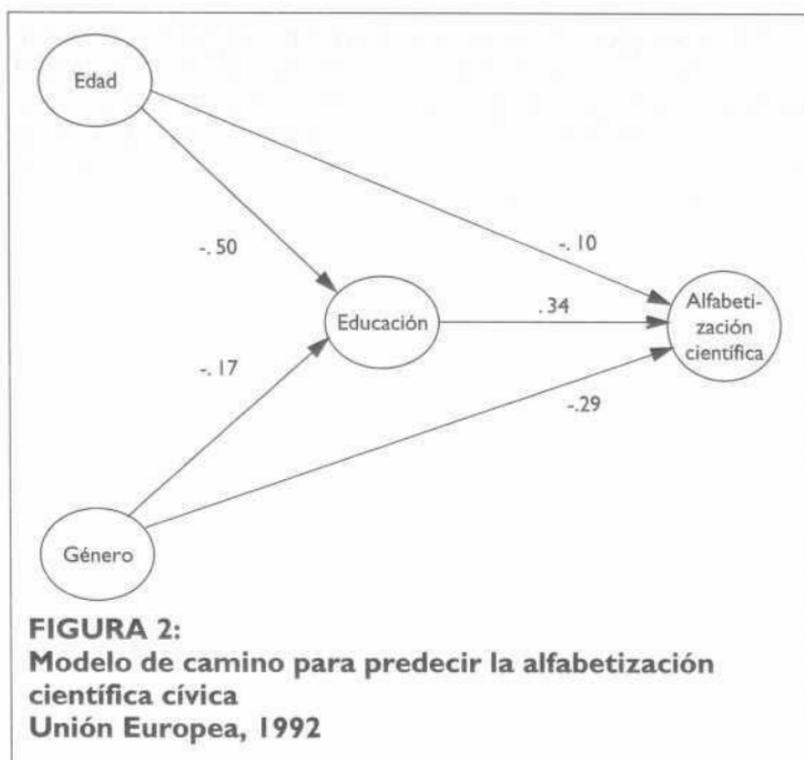
La distribución por edades en la alfabetización científica sugiere que los individuos de más de cincuenta años tienen una probabilidad significativamente menor de estar científicamente alfabetizados que las personas más jóvenes. Es posible que parte de estas diferencias en la distribución por edades refleje diferencias en los niveles de estudios alcanzados en los cuatro sistemas sociopolíticos considerados.

Es esencial reconocer que cada uno de estos factores —estudios, edad y género— están muy relacionados entre sí. Sabemos que tradicionalmente han finalizado su enseñanza universitaria una menor proporción de mujeres que de hombres, aunque esa diferencia se está reduciendo en las cuatro sociedades y que las mujeres han constituido una mayoría entre los estudiantes universitarios de Estados Unidos desde hace casi veinte años. También sabemos que una proporción de las generaciones más recientes considerablemente mayor que en las generaciones anteriores, ha sido capaz de completar la enseñanza secundaria o entrar en la universidad.

Para valorar la influencia relativa de cada uno de estos factores sobre la distribución de la alfabetización científica, se elaboró y analizó una serie de modelos de ecuación estructural¹¹ (véase Anexo B). En estos modelos simples, la edad y el género son tratados como variables antecedentes, que pueden ejercer cierta influencia sobre el nivel de estudios obtenido (véanse las Figuras 2, 3, 4 y 5 así como la Tabla 24). Se supone que estas tres variables independientes poseen el potencial necesario para ejercer influencia en el nivel de alfabetización científica de un individuo. Al haberse analizado estos modelos como cuatro grupos con una varianza agrupada y un instrumento de medición común, se pueden comparar los coeficientes de camino («path coefficients») y los efectos totales en los modelos de los distintos países.

La comparación de los modelos proporciona información estructural interesante acerca de la distribución del nivel de estudios en estas cuatro sociedades. En este marco comparativo, no hay diferencias significativas en el nivel de estudios por edades en los Estados Unidos, pero aparecen coeficientes de camino negativos entre la edad y el nivel de estudios en Europa, Japón y Canadá,

¹¹ En términos generales, un modelo de ecuación estructural es un conjunto de ecuaciones de regresión que proporcionan la mejor estimación de un conjunto de relaciones entre diversas variables independientes y una o más variables dependientes. En todos los análisis estructurales ofrecidos en esta monografía, se utilizó el programa LISREL, que permite el examen simultáneo de las relaciones estructurales y de la representación mediante un modelo de los errores de medición. Para una exposición más exhaustiva de los modelos de ecuaciones estructurales, véanse Hayduk (1987) y Jöreskog y Sörbom (1993).



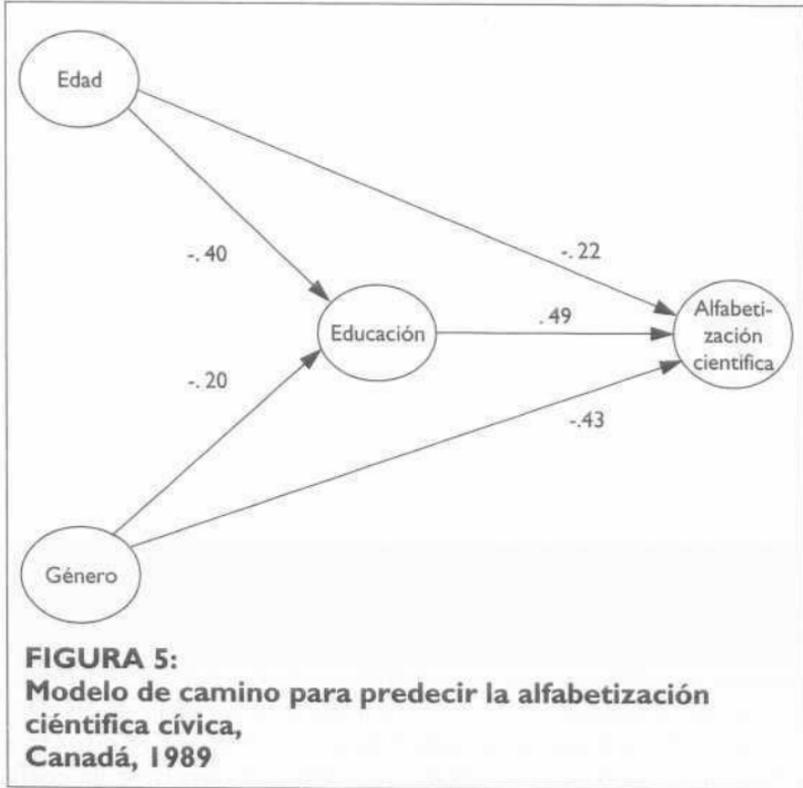
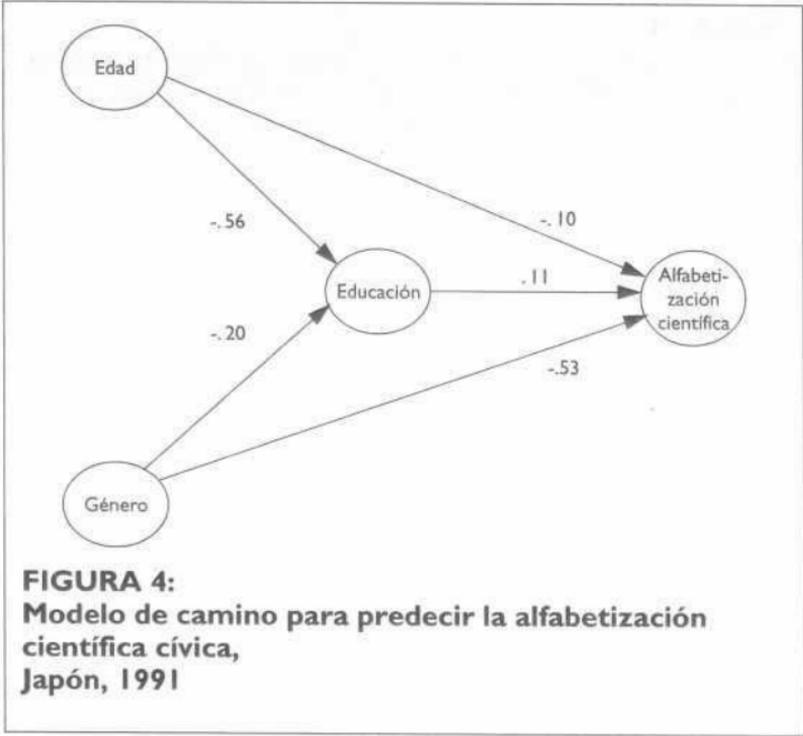


TABLA 24
Efectos totales de la edad, los estudios y el género sobre la predicción de la alfabetización científica en Canadá, la Unión Europea, Japón y Estados Unidos

Variable	Efecto total estimado			
	Europa	Japón	EE.UU.	Canadá
Nivel de educación formal . . . . .	.34	.11	.73	.49
Género (el femenino es positivo)	-.35	-.55	-.28	-.53
Edad	-.27	-.16	-.10	-.42
R ² múltiple . . . . .	.28	.36	.64	.63
Número de casos	6.122	1.457	2.006	2.000

manteniendo constantes las diferencias debidas al género. En buena medida, este modelo refleja el efecto diferencial de la Segunda Guerra Mundial sobre los distintos sistemas educativos de Europa y Japón. Si bien muchos hombres jóvenes de Estados Unidos vieron sus estudios interrumpidos o aplazados por la guerra, la infraestructura para la educación no sufrió desperfectos y un extenso paquete de ofertas educativas a favor de los ex combatientes o veteranos abrió, después de la guerra, las puertas de las universidades a toda una generación de jóvenes cuya situación económica antes de la guerra difícilmente les hubiera permitido cursar estudios universitarios. Casi cinco décadas han transcurrido desde el lanzamiento de dichos programas masivos de ayuda educativa que han tenido un fuerte impacto en las oportunidades para estudiar de dos generaciones de norteamericanos. En cambio, la destrucción generalizada de las grandes ciudades de Europa y Japón afectó sensiblemente a la infraestructura educativa y ni el Japón ni los países europeos implantaron, tras la guerra, un programa nacional de ayudas educativas comparable al de los de Estados Unidos. En los años 50, se había restablecido completamente la infraestructura educativa y el cuadro de profesores, y tanto el Japón como los países europeos dieron prioridad al ofrecimiento de mayores oportunidades a la generación que se encontraba entonces en edad escolar, lo cual explica el contraste con la generación anterior y contribuye a la aparición de coeficientes de camino negativos relativamente importantes observados en Europa y en el Japón.

En los modelos europeos, japonés y canadiense, aparecen coeficientes de camino negativos entre el género y la educación, lo que indica que los hombres tenían una probabilidad de completar estudios superiores mucho mayor que las mujeres, como reflejo de las diferencias en las expectativas educacionales de las mujeres en estos tres países de las existentes en Estados Unidos. La ausencia de un coefi-

ciente de camino significativo entre el género y el nivel de educación en los Estados Unidos, indica el compromiso cada vez mayor de ofrecer a hombres y mujeres las mismas oportunidades de acceso a la enseñanza superior en la posguerra. En los últimos veinte años, el porcentaje de mujeres jóvenes que cursaron y terminaron los estudios secundarios fue ligeramente superior al de los hombres jóvenes. Aunque en las franjas de edades más avanzadas, el porcentaje de mujeres estadounidenses que emprendieron y terminaron una carrera universitaria era netamente inferior al porcentaje de hombres, esta desventaja de las generaciones anteriores parece haber sido totalmente superada al desaparecer este diferencial en las últimas décadas. Sorprendentemente, a pesar de haberse dirigido los programas educativos de la posguerra específicamente hacia los ex combatientes, no se aprecia ninguna diferenciación importante por sexos en el modelo estadounidense.

Si bien los coeficientes de camino proporcionan una información útil, el indicador más revelador de la influencia de cada una de las variables antes mencionadas es su efecto total estimado, que se calcula multiplicando los coeficientes en cada camino desde las variables independientes hasta la variable que se predice. Si existen múltiples caminos desde una variable independiente hasta la variable que se predice, se suman los efectos de los distintos caminos, para obtener una estimación única del efecto total (Hayduk, 1987; Jöreskog y Sörbom, 1993).

Mientras la finalización de los estudios es el predictor más sólido de la alfabetización científica cívica en los Estados Unidos, este predictor en Europa, Japón y Canadá es el género (véase la Tabla 24). Resulta que el nivel de exposición de los estudiantes a asignaturas científicas a nivel universitario, en los Estados Unidos, compensa los programas preuniversitarios más flojos, llegando a colocar este país en una posición de ventaja respecto de los demás grupos nacionales objeto de este estudio. Es un dato sorprendente, dados los resultados obtenidos por los estudiantes estadounidenses en las evaluaciones internacionales sobre ciencias a lo largo de los últimos treinta años.

La influencia de la edad y del género en la alfabetización científica varía de una sociedad a otra. En los cuatro modelos estudiados, aparece un coeficiente negativo residual del género a la alfabetización científica, lo que indica que los hombres tenían una probabilidad significativamente mayor que las mujeres de estar alfabetizados científicamente, manteniendo diferencias constantes en cuanto a la edad y los estudios. Este resultado es consistente con todas las investigaciones que indican que las mujeres tradicionalmente han estudiado menos asignaturas de ciencias y matemáticas en

cualquier nivel de enseñanza y han estado menos inclinadas a seguir carreras científicas o técnicas (Ormerod y Duckworth, 1975; Tobias, 1978; Harding, 1981; Weis, 1988; Chipman, Brush y Wilson, 1985; Fennema y Leder, 1990).

Asimismo, en los cuatro modelos, aparece un coeficiente de camino residual negativo, pequeño pero significativo, desde la edad a la alfabetización científica. Estos caminos indican que las personas que no estudiaron ciencias durante varios años tenían menor probabilidad de alcanzar un nivel de comprensión suficiente como para clasificarse en la categoría de ciudadanos científicamente alfabetizados, o bien indican que las generaciones más recientes de estudiantes fueron sometidas a la enseñanza de las ciencias y de temas científicos más actuales, en una proporción mayor que lo fueron las generaciones anteriores. Posiblemente, el resultado obtenido sea el reflejo de una combinación de estos factores.

En Europa, Japón y Canadá, los efectos totales combinados de la edad y del género conjuntamente son más importantes que el efecto total atribuible a la educación. En cambio, en los Estados Unidos, el efecto total del nivel de estudios alcanzado es sensiblemente mayor que el efecto conjunto del género y de la edad, lo que al parecer se debe a los esfuerzos que se llevaron a cabo tras la Segunda Guerra Mundial en este país para ampliar las oportunidades educativas, desde los programas educativos para veteranos en los años 40 y 50 hasta las disposiciones del Título IX referente a igualdad de género, y que, por su acción combinada, generaron un cambio estructural real.

Por último, resulta útil observar el ajuste total del modelo combinado y de los cuatro modelos nacionales que lo componen. Por lo que se refiere al ajuste, el modelo global satisface completamente todos los parámetros requeridos (véase la Tabla 24). La cantidad de varianza de la alfabetización científica que explica cada uno de los cuatro modelos difiere significativamente, con un R^2 múltiple que oscila entre 0,64 para el modelo de EE.UU., 0,63 para el de Canadá, 0,36 para el de Japón y 0,28 para el modelo de la Unión Europea. El ajuste de los modelos europeo y japonés ha sido reducido por motivos metodológicos. La ausencia de preguntas abiertas de conocimiento en las encuestas europeas y japonesa ha afectado desfavorablemente a la calidad de la medida de la alfabetización científica cívica en estos dos países. Además, en el Eurobarómetro, la práctica de utilizar la edad del encuestado al final de su escolarización como medida del nivel de estudios alcanzado reduce la calidad de este indicador. Esta conclusión resalta la necesidad de mantener el compromiso con la precisión de las medidas de las variables tanto dependientes como independientes, si se desea alcanzar un alto nivel de calidad en los estudios comparativos entre países.

CAPITULO IV

**PARTICIPACION PUBLICA EN LA FORMULACION DE
LA POLITICA CIENTIFICA**

Dada la baja proporción de población adulta que está alfabetizada en ciencia en Europa, Estados Unidos, Japón y Canadá, surge la pregunta de cómo participa actualmente el público en la formulación de las políticas científica y tecnológica. Y si pudiera aumentarse la tasa de alfabetización científica, ¿qué tipo de cambios podrían esperarse en cuanto al papel que los ciudadanos juegan en la definición de las políticas y en la resolución de las controversias relacionadas con las políticas científica y tecnológica? Para responder a estas preguntas, es necesario comenzar por una exposición de la evolución de los sistemas políticos de las sociedades industriales modernas a lo largo de los últimos cincuenta años, y del creciente impacto de la especialización política de estos sistemas.

La especialización política

Conforme se indicó en el Capítulo I, en las naciones industrializadas, la mayoría de los ciudadanos se enfrentan a un número creciente de demandas competitivas por su tiempo y, además, esta presión se hace cada vez más fuerte. En este mercado del tiempo personal, la política y los asuntos públicos deben competir con el trabajo, la familia, los amigos y otros compromisos sociales. Los hechos indican que la política ha venido perdiendo una parte de su cuota de mercado del tiempo de muchos adultos —evaluada mediante la proporción de adultos que se preocupa por votar en las elecciones generales y locales— (Kaase y Nelson, 1995; Verba, Schlossman y Brady, 1995).

Mientras se asiste a un declive del nivel general de interés y participación en la política en la mayoría de los países industriali-

zados, los temas científicos y tecnológicos compiten relativamente bien por atraer la atención de los ciudadanos en Europa, Estados Unidos y Canadá, y lo hacen en una medida sólo ligeramente inferior entre los adultos japoneses. Aunque a menudo se considera que los temas económicos se encuentran en el centro de las preocupaciones del público, el análisis del Capítulo II permitió comprobar que un mayor porcentaje de ciudadanos de Canadá, Japón y Estados Unidos se declararon más interesados en cuestiones sanitarias y ecológicas que en problemas económicos (véase la Tabla 16). Este nivel de interés se refleja constantemente en los altos niveles de audiencia de los reportajes científicos televisivos, en el número de lectores de revistas científicas y en la popularidad de los artículos sobre la salud y el medioambiente en los periódicos.

A pesar de que un elevado nivel de interés por un tema es un requisito previo y necesario para conseguir una participación efectiva de los ciudadanos, ello no es suficiente. En un bien conocido e influyente estudio sobre la participación del público en la definición de la política exterior de Estados Unidos, se argumenta que también es necesario que los ciudadanos sientan que están razonablemente informados y que se conviertan en consumidores regulares de noticias e información relevantes (Almond, 1950). La probabilidad de que los ciudadanos que poseen un elevado nivel de interés por un tema, que piensan que están razonablemente informados y que siguen este tema en las noticias, tomen una decisión electoral basándose en el tema, escriban a un legislador o a un funcionario de la administración acerca del mismo o se comprometan en reuniones políticas públicas o en contactos para conseguir una política concreta, es muy superior en estos ciudadanos que en el resto (Rosenau, 1974).

En los distintos países estudiados, el porcentaje de adultos interesados en un tema de política pública es muy superior al de quienes manifiestan estar bien informados sobre dicho tema. Por otro lado, los individuos que se consideran bien informados son más propensos a participar en los debates de política pública que los no informados. Se ha llegado a esta conclusión en base a los estudios nacionales de Canadá, Europa, Japón y Estados Unidos, en los que se han pedido a los encuestados que se clasifiquen a sí mismos dentro de las categorías de *muy bien informados*, *medianamente informados* o *mal informados*. Asimismo, se ha comprobado que la impresión de no estar bien informado disuade a la gente de emprender acciones abiertas con vistas a influir en las políticas públicas, como pueden ser el escribir una carta a un funcionario público o contactar con él personalmente. El nivel real de conocimiento, que puede diferir de la propia autoevaluación de un individuo,

también contribuye a que sea mayor la probabilidad de que se tomen acciones abiertas, especialmente fuera de los períodos de crisis (Ressmeyer, 1994).

En este modelo estratificado, se denomina *público atento* a aquellos ciudadanos que muestran un elevado nivel de interés por un tema determinado y que tienen la sensación de estar bien informados sobre ese tema. La mayoría de los ciudadanos que siguen los temas de política pública tienden a hacerse atentos en dos o tres áreas temáticas, creando un público atento para casi todos los temas. Los ciudadanos que están atentos a un área de política determinada tienden a adquirir información y mantenerse informados sobre la misma de forma continuada. Hay evidencias de que los ciudadanos atentos suelen entender las cuestiones de política y tienen mayor capacidad para recibir y tratar nueva información al respecto. No obstante, es raro que un ciudadano sea atento a cuatro o más áreas temáticas.

Un modelo estratificado de definición de políticas públicas

En gran medida, las controversias concretas sobre ciencia y técnica se resuelven fuera del proceso electoral. Prácticamente ningún candidato a un cargo de nivel nacional ha ganado o perdido nunca su carrera por el cargo por una cuestión relativa a la política científica o tecnológica. A pesar de que los funcionarios elegidos sí que tienen finalmente la autoridad para tomar las decisiones vinculantes, raramente son elegidos sobre la base de un compromiso de apoyar o combatir una política concreta de ciencia o tecnología. Entonces, ¿de qué manera afecta el proceso de especialización a la definición de las políticas públicas y a la solución de las controversias relacionadas con cuestiones científicas y tecnológicas?

Una estructura piramidal ilustra los tipos de participación pública que probablemente se produzcan, en condiciones de especialización temática, en el proceso de definición de políticas a nivel del gobierno federal de Estados Unidos (Almond, 1950). En este modelo estratificado, los responsables de la toma de decisiones se sitúan en la cúspide del sistema y tienen poder para adoptar decisiones vinculantes sobre una materia política determinada (véase la Figura 6). En Estados Unidos, en el caso de la política científica y tecnológica, este grupo estaría formado por una combinación de funcionarios ejecutivos, legislativos y judiciales, todos pertenecientes al nivel federal. En los sistemas parlamentarios unitarios que son comunes en Europa, Canadá y Japón, se considerarían como responsables políticos al primer ministro, al ministro responsable y a los presidentes y miembros de comités correspondientes, en el caso de que exista una estructura de comités legislativos.



El segundo nivel del sistema es un grupo de líderes políticos no vinculados a la administración o al gobierno. En el caso de la política científica y tecnológica, este grupo de líderes no gubernamentales estaría formado por destacados científicos e ingenieros, directivos de las principales compañías activas en ciencia e ingeniería, funcionarios y directivos de sociedades científicas y profesionales, presidentes y decanos destacados de las principales universidades relevantes en investigación, los miembros de las academias nacionales de ciencias y de ingeniería, y diversos directivos empresariales, académicos y otros, interesados en cuestiones científicas y tecnológicas. Asimismo, en Europa, incluirían a los responsables de las asociaciones de consumidores y de las asociaciones profesionales, además de los jefes de partidos Verdes y agrupaciones ecológicas. Hay que tener en cuenta que se produce de vez en cuando un cierto desplazamiento de esta élite política hacia los puestos de toma de decisiones, e inversamente, de los responsables de la toma de decisiones hacia el grupo de liderazgo político (Rosenau, 1961, 1963, 1974).

Cuando existe un elevado nivel de acuerdo entre los responsables de la toma de decisiones y el grupo de liderazgo, entonces, por lo general, se elaboran las políticas sin demasiada participación de los

ciudadanos en el proceso. Al menos el 90 % de todas las decisiones políticas sobre temas científicos y tecnológicos se toman de este modo en las sociedades industriales. No obstante, sobre algunos asuntos puede darse una división de puntos de vista en el propio grupo de liderazgo, o entre los líderes políticos y los responsables de la toma de decisiones. En esas circunstancias, puede haber llamamientos al público atento para que intente influir en los responsables de la definición de las políticas mediante el contacto directo y la persuasión principalmente, y de forma especial utilizando otras formas de comunicación como pueden ser las manifestaciones y el boicot. Tradicionalmente, la elaboración de las políticas era un proceso legislativo, pero, en las últimas décadas, algunas organizaciones privadas han entrado en el proceso de elaboración e implantación de políticas específicas, al haber garantizado el cumplimiento de dichas políticas por parte de sus miembros. Como bien destaca la literatura neocorporativista, en este proceso de elaboración de políticas se han involucrado más los grupos de interés organizados, tales como las asociaciones empresariales y los sindicatos sobre todo, a los que recientemente se han sumado las organizaciones de consumidores y de defensa del medioambiente (Lehmbruch y Schmitter, 1982; Streeck y Schmitter, 1985), por lo que podría normalizarse la participación de los diversos grupos de interés en el desarrollo de políticas científicas y tecnológicas, sobre todo en áreas sensibles.

El público atento —el tercer nivel del modelo— está compuesto por aquellos individuos que están interesados por un determinado ámbito de la política, que declaran estar muy bien informados y que leen regularmente los diarios o las revistas. En los Estados Unidos, Gran Bretaña y Canadá, el público atento lo integran ciudadanos con un nivel de estudios superior, que han estudiado asignaturas en ciencias, que pueden tener alguna relación profesional u ocupacional con la política científica y tecnológica, mientras que en Francia, Alemania y otros países europeos, el público atento incluye, además de ciudadanos con las características arriba mencionadas, individuos motivados por intereses ecológicos o de defensa del consumidor. Aunque miembros del partido de los Verdes han participado en la batalla electoral y han obtenido escaños tanto en el parlamento de varios países europeos como en el Parlamento Europeo, estos ciudadanos parecen desenvolverse con menos comodidad en las actividades de presión política tradicionales. Sería interesante estudiar, por una parte, cómo los nuevos integrantes del público atento consultado para las políticas científicas y tecnológicas intentarán influir en los responsables de las decisiones políticas en las primeras décadas del siglo XXI y, por otro lado, si sus enfoques novedosos tendrán un impacto sobre las actividades de presión política de otros grupos de presión.

A pesar de que todavía no se han estudiado a fondo los procesos mediante los cuales el grupo de liderazgo moviliza al público atento en los diversos ámbitos de la política, excepto el de la política exterior, podría decirse que existe un flujo de llamamientos de los líderes al público atento a través de organizaciones profesionales, periódicos, informativos y tertulias televisivas, revistas y periódicos especializados e instituciones relacionadas con el empleo. Las formas que utiliza el público atento para ponerse en contacto con los funcionarios públicos siguen siendo el envío de cartas, las llamadas telefónicas y las visitas personales, si bien el creciente uso del correo electrónico y de las comunicaciones a través de la Web parecen indicar que Internet va a convertirse en otro método importante, especialmente entre los ciudadanos con un nivel de estudios más alto. Asimismo, estas nuevas tecnologías resultarán particularmente atractivas para los consumidores más jóvenes y los ecologistas.

A aquellos ciudadanos que muestran un elevado nivel de interés por un área temática, pero que no creen estar muy bien informados sobre ello, se les denomina *público interesado*. Este grupo demuestra un gran nivel de consumo de información sobre el (los) tema(s) que le interesa(n), pero es menos probable que participe realmente en los procesos políticos, debido a su percepción de no estar bien informado. Es posible que algunas de las personas que forman parte del público interesado pudieran convertirse en público atento durante una controversia concreta —como puede ser una polémica local sobre un emplazamiento— si llegaran al convencimiento de que conocen suficientemente el tema. No obstante, en el caso de la explosión del transbordador espacial Challenger, pocos miembros del público interesado por la exploración espacial pasaron a formar parte del público atento por este tema, a pesar de la amplia cobertura mediática, las numerosas investigaciones y audiencias públicas que tuvieron lugar en los seis meses posteriores a la explosión (Miller, 1987b).

En la base de la pirámide se encuentra el *público no atento* o *residual*. En su mayor parte, estas personas muestran un bajo nivel de interés y de conocimientos sobre un área política determinada. Sin embargo, es importante comprender dos cosas acerca de este grupo. Primero, la población en general siempre conserva un veto político si llega a estar lo suficientemente descontenta con las políticas promovidas por los responsables de la toma de decisiones, los líderes y el público atento. El papel de los ciudadanos estadounidenses en la terminación de las guerras de Corea y Vietnam es un ejemplo del funcionamiento de esta facultad de veto. En segundo lugar, es importante no equiparar la falta de atención hacia un ámbito político concreto con la ignorancia o la ausencia

de actividad intelectual. Muchas de las personas que no muestran atención hacia un área temática específica, pueden estar interesadas y conocer otros muchos temas.

Existen importantes puntos comunes entre los distintos sistemas políticos, como, por ejemplo, la necesidad de desarrollar políticas científicas y tecnológicas que respalden y sustenten una posición competitiva en el sistema económico mundial, y que contribuyen a proteger el entorno natural. Con todo, hay que reconocer que este modelo estratificado de formulación de políticas se desarrolló en el contexto del sistema político americano, y que existen diferencias sustanciales entre el sistema político estadounidense y los sistemas políticos parlamentarios, así como entre los distintos sistemas políticos nacionales, que atañen a los partidos políticos, a la selección de los legisladores y al papel de los comités legislativos (Copeland y Patterson, 1994; Lane y Ersson, 1996).

El público atento a las políticas científicas y tecnológicas

Miller (1983a, 1983b) y otros han utilizado el modelo de Almond para definir y describir al público atento a la política científica y tecnológica en los Estados Unidos. A partir de 1979, la medición hecha por Miller y Prewitt de la atención prestada a esta política se basó en las manifestaciones de los encuestados sobre su interés y su conocimiento acerca de «los temas relacionados con nuevos descubrimientos científicos» y «los temas relativos al uso de nuevos inventos y tecnologías», y en la medición de la regularidad en el consumo de noticias informativas conexas (Miller, Prewitt y Pearson, 1980). Afortunadamente, se plantearon preguntas idénticas o comparables en el Eurobarómetro y en las encuestas canadienses y japonesas, lo que facilitó la valoración de estos temas en los distintos sistemas políticos.

Aproximadamente uno de cada diez adultos de Canadá, Europa y Estados Unidos fue calificado como atento a las políticas científicas y tecnológicas, frente a un 7 % para el Japón (véase Tabla 25). Las decisiones de política científica y tecnológica pueden verse influenciadas por individuos o grupos de individuos bien informados, interesados e implicados, en cualquier sistema sociopolítico. No obstante, la probabilidad de que puedan influir en la política será sin duda mayor en un sistema abiertamente multipartidista que en un sistema *de facto* unipartidista.

TABLA 25
Porcentaje de adultos atentos a la política científica y tecnológica, o interesados por ella

Variable	% adultos atentos a, o interesados en políticas científicas							
	Europa		Japón		Estados Unidos		Canadá	
	A*	I*	A	I	A	I	A	I
Pobl. adulta total	10	33	7	12	10	47	11	40
Nivel de estudios								
Inferior a enseñanza secundaria	5	25	1	8	4	37	9	37
Enseñanza secundaria	9	33	7	13	8	48	11	45
Universitario	18	40	14	15	21	53	19	46
Gamma =	0,32		0,38		0,37		0,22	
Género								
Mujeres	7	30	2	10	8	45	7	47
Varones	13	36	12	15	12	49	14	44
Gamma =	-0,23		-0,48		-0,17		-0,28	
Edad								
De 18 a 29 años	13	35	8	13	7	52	8	38
De 30 a 39 años	10	36	12	11	12	48	14	41
De 40 a 49 años	10	35	7	13	11	47	10	46
De 50 a 64 años	9	32	7	16	9	47	11	46
De 65 años en adelante	8	25	2	9	10	40	10	28
Gamma =	-0,13		-0,14		-0,05		0,02	
Alfabetización científica pública								
Bien informado	18	45	40	26	29	55	26	42
Medianamente informado	14	39	12	21	14	51	16	44
Mal informado	7	27	4	9	7	45	8	40
Gamma =	0,36		0,56		0,36		0,27	
Tamaño de la muestra	1.226	3.971	101	177	195	946	209	809

* A = Atento a; I = Interesado en.

Perfil sociodemográfico del público atento a la ciencia y la tecnología

La proporción total de ciudadanos atentos a la política científica y tecnológica es importante en cada uno de los cuatro sistemas sociopolíticos contemplados. En Europa, uno de cada diez adultos era atento a las áreas temáticas propuestas. Los ciudadanos europeos con mayor nivel de estudios eran los que tenían mayor probabilidad de calificarse como atentos a los problemas de política científica y tecnológica en relación a aquellos otros que tenían un

nivel de estudios inferior. La medida de asociación ordinal *gamma* (una reducción proporcional del error estadístico) fue 0,32 en el caso de la relación entre el nivel de estudios y la atención a la política científica y tecnológica, lo que indica que esta relación bivariable representa aproximadamente el 32 % de la variación total entre las dos variables (Goodman y Kruskal, 1954; Costner, 1965). Asimismo, los europeos científicamente alfabetizados eran más propensos a estar atentos a la política científica y tecnológica que otros ciudadanos (*gamma* entre alfabetización científica cívica y atención = 0,36). A diferencia de los canadienses y estadounidenses, los europeos más jóvenes tenían una ligera mayor probabilidad de estar atentos a los temas científicos y tecnológicos que los ciudadanos mayores (*gamma* entre edad y atención = -0,13).

En los Estados Unidos, que poseen un sistema partidista débil y comités legislativos fuertes, vemos cómo los resultados del estudio de 1995 indican que aproximadamente un 10 % de los adultos estadounidenses estaban atentos a la política científica y tecnológica, mientras que otro 47 % estaba interesado por temas científicos y tecnológicos. A mayor escolarización de los estadounidenses, mayor era su probabilidad de que estuvieran atentos a la política científica y tecnológica. Es así como uno de cada cinco titulados universitarios se calificó como atento, mientras que a un 53 % adicional de los estadounidenses se les reconoció un alto nivel de interés por estos temas (*gamma* para la relación entre el nivel de estudios y la atención a la política científica y tecnológica = 0,32). En los datos de EE.UU., donde un 29 % de los americanos científicamente alfabetizados se calificaron como atentos a la política científica y tecnológica, el nivel de alfabetización científica suponía la segunda relación bivariable más importante con la atención a la política científica y tecnológica, con un *gamma* = 0,36. Por otra parte, los hombres eran más propensos que las mujeres a estar atentos y no había ningún modelo claro de atención relacionada a la edad. El *gamma* para la relación del género con la atención era -0,17, lo que indica que los hombres tenían ligeramente más probabilidad que las mujeres de estar atentos a las cuestiones de política científica y tecnológica. El *gamma* para la relación entre la edad y la atención a la política científica y tecnológica era -0,05, lo que significa que estas dos variables no se encuentran básicamente relacionadas en este tipo de relación bivariable.

En Japón, un 7 % de los adultos se calificaron como atentos a la política científica y tecnológica y otro 12 % cumplieron los criterios para integrarse en el público interesado por esta política. Este menor nivel de atención a la política científica no parece ser debido a un problema de medición, sino que es un reflejo del sistema político y social japonés. Como se ha indicado en el Capítulo II, se

ha utilizado una escala modificada para analizar las respuestas de cuatro niveles proporcionadas en la encuesta de 1991. Por motivos similares, a los encuestados japoneses que manifestaron estar muy bien informados o medianamente informados acerca de los nuevos descubrimientos científicos y los nuevos inventos y tecnologías, se les clasificó como personas que satisfacían los criterios para sentirse debidamente informadas sobre un área temática concreta. Puede que esta metodología empleada haya sesgado los resultados en el sentido de una pequeña sobreestimación del nivel de atención a la política científica y tecnológica entre los encuestados japoneses.

El modelo de atención a la política científica y tecnológica en Canadá es similar al obtenido para los Estados Unidos. Aproximadamente el 19 % de los titulados universitarios están atentos a la política científica y tecnológica, siendo 0,22 el *gamma* para la relación del nivel de estudios con la atención. En el estudio de 1989, un 25 % de los adultos canadienses que fueron calificados como científicamente alfabetizados estaban atentos a la política científica y tecnológica (*gamma* para la relación entre la alfabetización científica y la atención = 0,27). La probabilidad de que los hombres canadienses estuvieran atentos a la política científica y tecnológica era el doble que entre las mujeres (*gamma* entre género y atención a la política científica = -0,28). Aunque en Canadá no hubo ninguna asociación entre la edad y la atención, interesa observar que tanto en Canadá como en los Estados Unidos, se registraron las tasas de atención a la política científica y tecnológica más bajas entre los ciudadanos del grupo de edades comprendidas entre los dieciocho y veintinueve años.

Análisis estructural del público atento

Conviene analizar la estructura de la relación de la edad, educación, género y alfabetización científica con la atención a la política científica y tecnológica, dado que los modelos históricos de asociación entre edad, nivel de estudios y género revelan la existencia de variaciones de un sistema político y social a otro, teniendo en cuenta que la ubicación estructural de la atención será un elemento importante en el estudio de las actitudes generales y hacia la política del público —objeto del capítulo V.

El modelo estructural básico para los Estados Unidos tiene un R^2 múltiple de sólo 0,37 lo que significa que otras variables no incluidas en este modelo son necesarias para entender la evolución y la distribución de la atención a la política científica y tecnológica (véase la Tabla 26). Unas medidas del sentido de la eficacia política

de cada persona, de sus experiencias previas con el sistema político y de las actividades potenciales que compiten por el uso de su tiempo serían unas aportaciones valiosas al poder predictivo total del sistema (Almond y Verba, 1963, 1980; Verba y Nie, 1972; Rosenau, 1974; Verba, Nie y Kim, 1978; Miller, 1983a; Verba, Schlozman y Brady, 1995).

Para aquella parte de la varianza de la atención prevista por este modelo, los niveles de educación y de alfabetización científica constituyen los predictores más sólidos, con efectos totales de 0,49 y 0,58 respectivamente, lo cual indica que la atención a un área temática está impulsada por el contenido de la misma (véanse la Figura 7 y la Tabla 26). En igualdad de edad, nivel de estudios y nivel de alfabetización científica, los hombres estadounidenses tienen una probabilidad ligeramente mayor que las mujeres de estar atentos a la política científica y tecnológica (efecto total = -0,08).

TABLA 26

Efectos totales de la edad, educación, género y alfabetización científica en la predicción de la atención a la política científica y tecnológica

Variable	Efecto total estimado			
	EE.UU.	Europa	Japón	Canadá
Edad	-0,22	-0,26	0,16	0,35
Género (el femenino es positivo)	-0,08	-0,25	-0,41	-0,16
Educación	0,49	0,13	0,29	0,38
Alfabetización científica	0,58	0,26	0,40	0,48
R ² múltiple	0,37	0,20	0,39	0,32
Tamaño de la muestra	2.006	6.122	1.451	1.974
chi cuadrado = 42,4/43 grados de libertad				
Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,00				
Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,011				

El modelo estructural para la Unión Europea representó sólo el 20 % de la varianza total de la atención a la política científica y tecnológica, lo que indica que se omitieron importantes factores explicativos en este modelo demográfico simple. Para la proporción de la varianza prevista por el modelo, la atención a la política científica y tecnológica entre los europeos estaba asociada moderadamente con el género, los estudios y el nivel de alfabetización científica (véanse la Figura 8 y la Tabla 26). En igualdad de condiciones de las demás componentes del modelo, los europeos jóve-

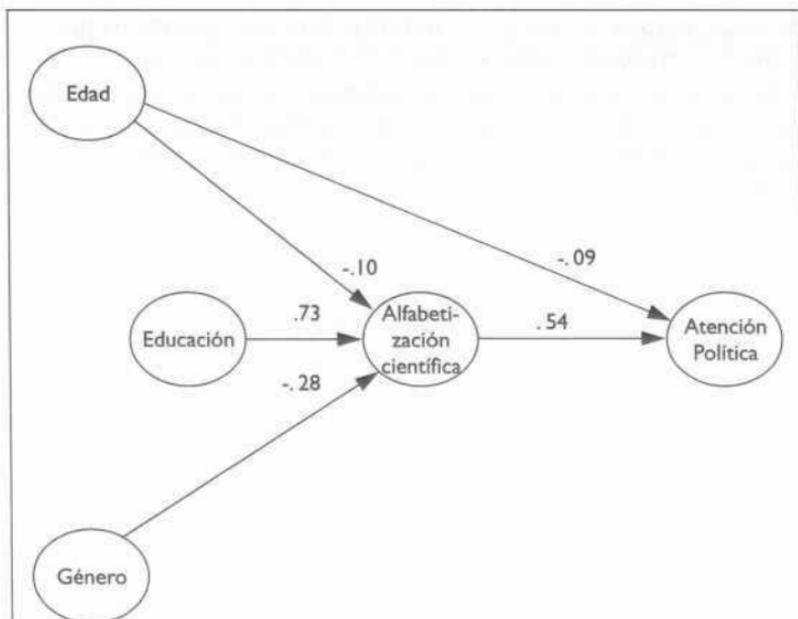


FIGURA 7:
Modelo de camino para predecir la atención a la política científica y tecnológica, Unión Europea, 1992

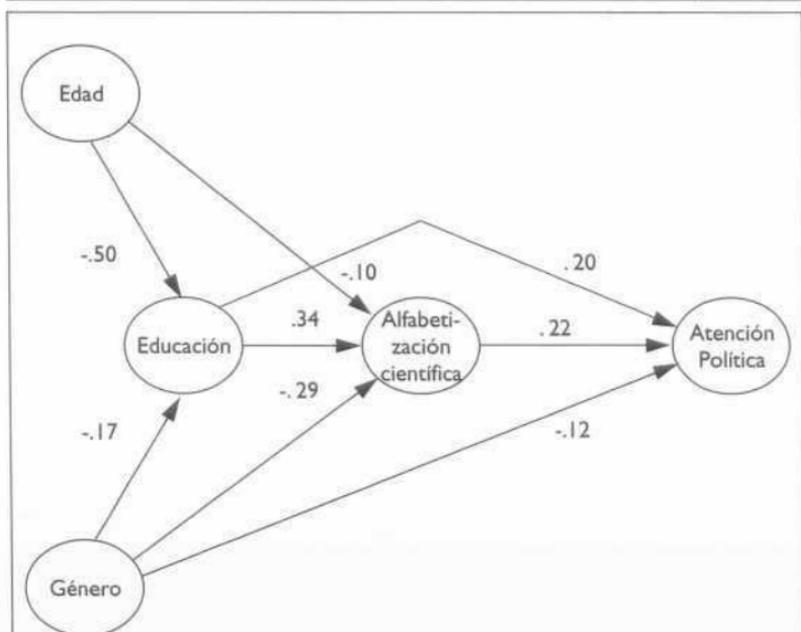


FIGURA 8:
Modelo de camino para predecir la atención a la política científica y tecnológica, Estados Unidos, 1995

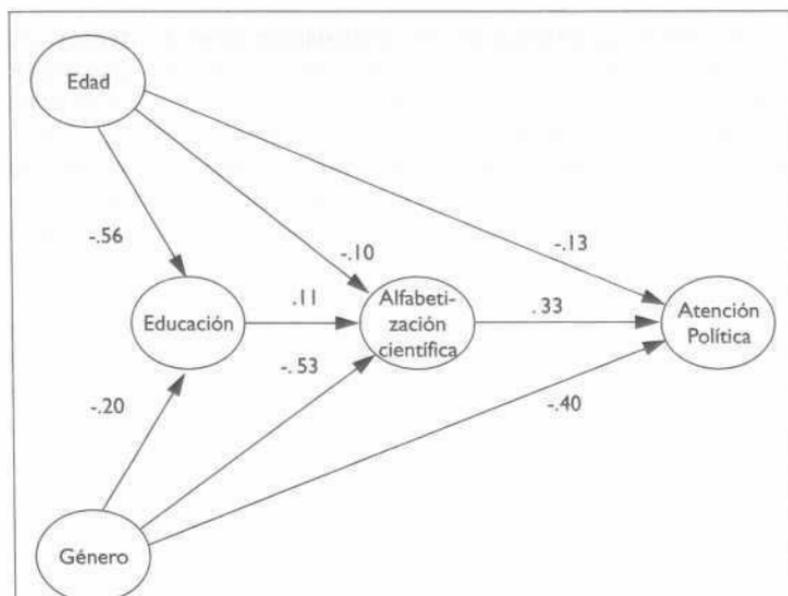


FIGURA 9:
Modelo de camino para predecir la atención a la política científica y tecnológica, Japón, 1991

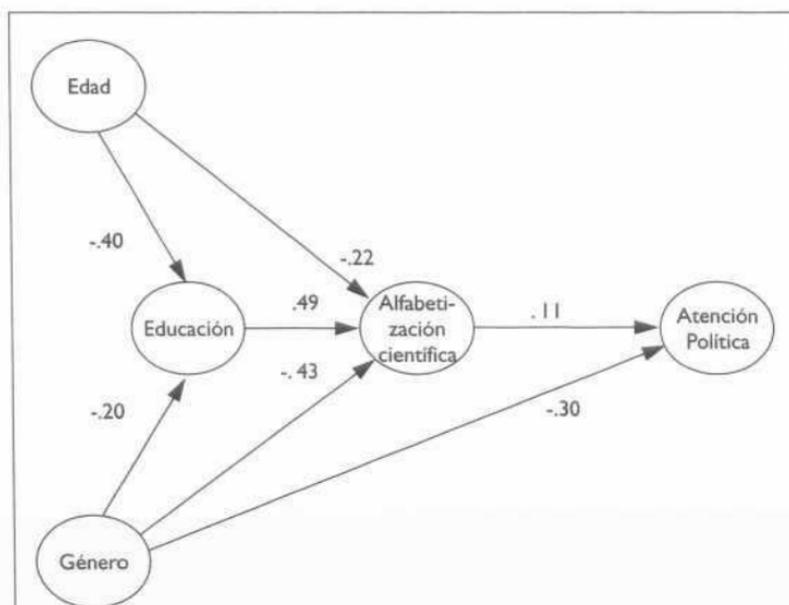


FIGURA 10:
Modelo de camino para predecir la atención a la política científica y tecnológica, Canadá, 1989

nes tenían sensiblemente mayor probabilidad de estar atentos a la política científica y tecnológica que los ciudadanos más viejos (efecto total = $-0,26$), y esta probabilidad era mayor entre los hombres que entre las mujeres (efecto total = $-0,23$). Como ocurrió en los Estados Unidos, los efectos totales combinados del nivel de estudios y del nivel de alfabetización científica cívica sugieren que la atención a áreas temáticas tiene sus raíces en asuntos de preocupación sustantivos.

Con un 39 % de la varianza total de la atención a la política científica y tecnológica (véase la Tabla 26), el modelo estructural para el Japón fue el de mayor ajuste de los cuatro modelos analizados. Pero, incluso con este ajuste, está claro que en este modelo demográfico básico, se omitieron otras variables asociadas con la evolución de la atención a la política científica y tecnológica. Para la proporción de la varianza asignable a este modelo, los efectos totales más fuertes estaban asociados con el género (efecto total = $-0,41$) y el nivel de alfabetización científica (efecto total = $0,40$), siendo constantes todos los demás factores del modelo (véanse la Figura 9 y la Tabla 26). La probabilidad de estar atentos era ligeramente mayor entre los jóvenes japoneses que entre los ciudadanos de mayor edad (efecto total = $-0,16$).

El modelo estructural correspondiente a Canadá representó sólo el 32 % de la varianza total de la atención a la política científica y tecnológica (véase la Tabla 26). Esto quiere decir que este modelo demográfico básico excluye los principales factores asociados con el desarrollo de la atención a la política científica y tecnológica. Dentro de la parte de la varianza explicada, la alfabetización científica era el factor dominante (efecto total = $0,48$), lo cual indica que los canadienses con el mayor nivel de comprensión de las ciencias tienen mayor probabilidad de estar atentos a cuestiones científicas y tecnológicas que los ciudadanos de este país con un nivel menor de comprensión científica (véanse la Figura 10 y la Tabla 26).

Una comparación de estos cuatro modelos estructurales demuestra que el nivel de alfabetización científica está asociado positivamente con la atención a la política científica y tecnológica en los cuatro sistemas sociopolíticos analizados, aunque esta relación es menos intensa en Europa. Es de notar que, según los cuatro estudios realizados, la probabilidad de estar atentos a la política científica y tecnológica era bastante mayor entre los hombres que entre las mujeres —un hecho revelador de la estereotipación generalizada de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

El papel y la importancia del público atento

A finales del siglo XX, la gente se encuentra con la ciencia y la tecnología en múltiples situaciones: en el trabajo y en el ocio, en la asistencia sanitaria, en la búsqueda de información y hasta en la educación. En todos estos contextos, los individuos habitualmente dan por sentada la presencia de la ciencia y de la tecnología, y son capaces de formular peticiones y apoyar programas y políticas en su condición de trabajadores, consumidores, padres y ciudadanos. No necesitan prestar una atención especial a la ciencia y a la tecnología, ni mucho menos a las políticas y decisiones específicas sobre ciencia y tecnología.

Ni siquiera la porción del público que hemos calificado de público atento define la agenda política nacional, ni desempeña un papel significativo en la negociación cotidiana de la política pública relacionada con la ciencia y la tecnología. Sólo cuando surge una situación de crisis, fracaso o conflicto en el sistema, generalmente caracterizada por una controversia abierta entre los líderes o los responsables de la toma de decisiones, tiene el público voz consultiva. Entonces, los distintos líderes buscan apoyos en favor de sus posturas, recurriendo al público atento al tema en litigio e intentando movilizar a la opinión pública. Estos conflictos, al igual que las guerras, no se producen con frecuencia, pero sin embargo es probable que conciernen a los temas más importantes y seguramente a los más difíciles y polémicos. Almond comparó el papel del público atento a las unidades de reserva de un ejército (Miller, 1983a).

Cuando un tema o una controversia no puede resolverse en el nivel del grupo de líderes, es fundamental que exista un número suficiente de ciudadanos que estén atentos y que sean capaces de comprender los debates de los líderes sobre ese tema. Aunque es esencial que los ciudadanos atentos se consideren suficientemente bien informados para entrar en el debate sobre políticas a través de cartas, de contactos directos o de otros tipos de acciones políticas, también es importante que este público atento sepa lo suficiente de ciencias y tecnología —esté alfabetizado científicamente— como para seguir y valorar los principales argumentos en pugna sobre un tema y para contribuir en el proceso de toma de decisiones.

Por otra parte, en las últimas décadas y en prácticamente todas las sociedades pluralistas más avanzadas, está creciendo el número de grupos con una única área de interés relacionada con las dimensiones generales de las prácticas y repercusiones de la ciencia

y de la tecnología. Son, por ejemplo, los movimientos ecologistas, los grupos defensores de los derechos de los animales, las asociaciones de consumidores y los enfermos terminales o incurables. Por haberse mejorado la calidad y esencia de la democracia en las sociedades complejas de este final de siglo XX, es preciso que tales grupos de ciudadanos motivados lleguen a tener voz en el proceso de elaboración de políticas científicas y tecnológicas, en vez de actuar desde una posición aislada o de confrontación (Hirschman, 1970). Esta situación refuerza la importancia del público científicamente alfabetizado y atento para la definición e implantación de políticas científicas y tecnológicas.

CAPITULO V

**ACTITUDES DEL PUBLICO ANTE LA CIENCIA
Y LA TECNOLOGIA**

Las actitudes de los ciudadanos ante la ciencia y la tecnología son importantes en las sociedades democráticas. A pesar de que rara vez se pide a los ciudadanos que tomen una decisión directa sobre un tema científico o tecnológico, los gobiernos deciden, de forma regular y continua, sobre un número cada vez mayor de políticas públicas relacionadas con temas científicos o tecnológicos. En algunos sistemas políticos, estas decisiones pueden adoptarse, en su totalidad, en el seno del Consejo de Ministros o de un comité parlamentario y sin existir prácticamente cobertura de los medios de comunicación ni debates públicos. En otros sistemas políticos, los comités legislativos suelen celebrar sesiones públicas sobre determinados temas y puede haber una cobertura informativa más amplia de los debates políticos. Este capítulo se centrará, primero, en las actitudes sustantivas que los ciudadanos adoptan ante la ciencia y la tecnología en general y, en segundo lugar, en el tema concreto del apoyo del público a los gastos presupuestarios de los gobiernos en investigación básica en los sistemas sociopolíticos estudiados.

La búsqueda de una estructura

En este capítulo, nuestra primera tarea es determinar si existe una estructura en las actitudes reflejada en los estudios nacionales, y si los conjuntos de preguntas forman escalas o índices con coherencia estadística, lo que facilitaría y mejoraría los análisis comparativos de actitudes. Dado que este informe pueden leerlo personas con diferentes niveles de conocimientos estadísticos y cuantitativos, creemos que es importante exponer el enfoque que damos a estos datos sobre actitudes.

En primer lugar, creemos que es importante utilizar la bibliografía sobre psicología social y aprendizaje para definir el marco teórico en el que se efectuó el análisis de las actitudes públicas ante la ciencia y la tecnología. La bibliografía sobre psicología social indica que la mayoría de las personas, al enfrentarse a un bombardeo diario de información complicada de distinta naturaleza y de múltiples fuentes, a menudo elaboran esquemas para filtrar y estructurar e interpretar esa información. Muchos de estos esquemas se aprenden y transmiten a través de influencias cotidianas, como las de la familia, la escuela, el lugar de trabajo y los medios de comunicación. Otros esquemas están incrustados en la cultura de una sociedad o se consideran como derivados del sentido común. Además, existen esquemas especializados para resolver problemas propios de un grupo de profesionales (médicos, abogados, ingenieros). Todos los individuos desarrollan los esquemas recibidos de su propia sociedad y los adaptan a su situación y experiencia personal y a su entorno social.

Estos esquemas son importantes porque la gente no suele organizar la información por deducción lógica ni de una forma atomizada (unidad por unidad), sino en grandes bloques de información (Minsky, 1986). Los bloques de información centrados en objetos, problemas o situaciones están formados por compartimientos donde se alojan los diferentes datos, sin que el enlace entre los mismos siga siempre los principios lógicos tradicionales. Los principios de sentido común dentro de una cultura constan de un gran número de bloques semejantes de información. Los guiones cumplen una función similar al tratar situaciones estereotipadas y acciones de la vida cotidiana (Schank, 1977; Minsky, 1986; Lau y Sears, 1986; Milburn, 1991; Pick, Van den Droek y Knill, 1992).

Los esquemas son construcciones latentes que hacen referencia a conjuntos emparejados de actitudes y conocimientos científicos y tecnológicos, que expresan una dimensión cognitiva y otra afectiva o evaluativa de las actividades, contenidos, productos y símbolos asociados con la ciencia y la tecnología. La coherencia en el comportamiento social observado es función de la existencia de los esquemas que la gente aplica en la toma de sus decisiones. Por consiguiente, puede conseguirse una predicción del comportamiento determinando la existencia o inexistencia de ciertos esquemas. Aunque algunas personas poseen esquemas sobre ciencia y tecnología muy desarrollados, tal y como reflejan sus niveles de interés y de alfabetización, la mayoría de los ciudadanos de una sociedad moderna tienen esquemas básicos para las cuestiones científicas y técnicas. Los esquemas son el equivalente de las actitudes, pero asignan un mayor peso a las dimensiones cognitivas y estructurales. Por consiguiente, es importante identificar los esquemas generales susceptibles de proporcionar un marco adecua-

do de donde elegir durante la interpretación de las actitudes ante temas científicos o técnicos. Otro aspecto importante es el de la naturaleza de la relación entre el esquema de un individuo y sus preferencias políticas más específicas.

Usaremos el análisis factorial confirmatorio para explorar estas estructuras. Las comparaciones de los diferentes sistemas sociopolíticos de los cuatro estudios realizados permitirán determinar la posibilidad de identificar conjuntos de escalas de actitudes que puedan compararse de forma significativa entre los diferentes sistemas políticos.

Finalmente, trabajando con esas medidas y escalas de actitudes que sean comparables entre los sistemas políticos, estudiaremos el contenido sustantivo de estas actitudes e intentaremos explicar los aspectos comunes y las diferencias que puedan surgir. Un conjunto de modelos de ecuaciones estructurales ayudarán a entender las relaciones entre las actitudes y las características sociales y demográficas relevantes de los individuos encuestados.

La Unión Europea

En el Eurobarómetro, se pedía a los encuestados que respondieran a un conjunto interesante de preguntas sobre actitudes ante temas de política científica y tecnológica. Con el fin de identificar las preguntas que pudieran constituir un esquema de información científica y tecnológica, seleccionamos un conjunto inicial de catorce preguntas sobre actitudes. Una serie de análisis factoriales confirmatorios puso de manifiesto que un conjunto de seis de estos elementos formaban un factor unidimensional que identificaba una actitud general de confianza en la ciencia y la tecnología. La misma serie de análisis confirmatorios descubrió un segundo factor, que englobaba tres elementos centrados en las reservas o preocupaciones por las consecuencias de la ciencia y la tecnología (véase la Tabla 27).

Estos son los seis elementos sobre actitudes que parecen reflejar una actitud general de confianza en la ciencia y la tecnología entre los adultos europeos, todos ellos presentados en un formato «de acuerdo/en desacuerdo»¹².

- (1) Gracias a la ciencia y a la tecnología, las generaciones futuras tendrán más oportunidades.

¹² En el Eurobarómetro de 1992 se realizó un estudio metodológico sobre el efecto de dos conjuntos alternativos de categorías de respuestas. A una mitad aleatoria de los encuestados se le mostró una tarjeta que incluía como opciones estar «totalmente de acuerdo, de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, en desacuerdo, o totalmente en desacuerdo». A la otra mitad aleatoria se le mostró una tarjeta que incluía como opciones estar «totalmente de acuerdo,

- (2) La ciencia y la tecnología están haciendo que nuestra vida sea más saludable, sencilla y confortable.
- (3) Las ventajas de la ciencia son mayores que todos los efectos perjudiciales que pueda tener.
- (4) La mayoría de los científicos desea trabajar en cosas que harán que mejore la vida del ciudadano medio.
- (5) El progreso científico y tecnológico ayudará a la curación de enfermedades tales como el SIDA y el cáncer.
- (6) La aplicación de la ciencia y de las nuevas tecnologías hará más interesante el trabajo.

Estos elementos, enumerados en el orden de sus saturaciones en el factor (véase la Tabla 27), reflejan una mezcla de valoración actual y esperanzas futuras. Está claro que una persona que está de acuerdo con los seis enunciados tiene una actitud o esquema positivo, ante la ciencia y la tecnología. Asimismo, puede considerarse que una persona que discrepa en todos o en la mayoría de estos enunciados tiene una visión, o esquema, mucho menos optimista sobre el porvenir de la ciencia y de la tecnología.

Otros tres elementos del Eurobarómetro de 1992 forman una segunda dimensión, que es casi independiente del primer factor. El segundo factor incluye elementos que expresan reservas sobre las repercusiones de la ciencia y la tecnología sobre las personas y la sociedad. Los tres elementos que saturan en este factor son:

- (1) La ciencia hace que nuestro modo de vida cambie demasiado deprisa.
- (2) Confiamos demasiado en la ciencia y no lo suficiente en la fe.
- (3) Debido a sus conocimientos, los investigadores científicos tienen un poder que les hace peligrosos.

de acuerdo, en desacuerdo, o totalmente en desacuerdo», que es el formato que se ha utilizado en los estudios de Estados Unidos desde 1979. En este formato se anotaron, pero no se ofrecieron, los enunciados de los encuestados que estaban inseguros o que no estaban ni de acuerdo ni en desacuerdo. En el presente análisis, se ha utilizado el segundo conjunto de opciones (Forma B), para garantizar una mayor compatibilidad entre la Unión Europea y los Estados Unidos, reduciéndose el número total de casos analizados a 6.122.

TABLA 27
Análisis factorial confirmatorio de actitudes, Unión Europea, 1992

Actitudes	Dimensión Confianza en la ciencia	Dimensión Reservas acerca de la ciencia	Proporción de varianza explicada
Gracias a la ciencia y la tecnología, las generaciones futuras tendrán más oportunidades . . . . .	.61	—	.37
La ciencia y la tecnología están haciendo que nuestra vida sea más saludable, sencilla y confortable	.58	—	.33
Las ventajas de la ciencia son mayores que todos los efectos perjudiciales que pueda tener . . . .	.57	—	.32
La mayoría de los científicos desea trabajar en cosas que harán que mejore la vida del ciudadano medio . . . . .	.51	—	.26
Los avances científicos y tecnológicos ayudarán a la curación de enfermedades tales como el SIDA y el cáncer . . . . .	.51	—	.26
La aplicación de la ciencia y de las nuevas tecnologías hará más interesante el trabajo . . . . .	.51	—	.26
La ciencia hace que nuestro modo de vida cambie demasiado deprisa	—	.67	.45
Confiamos demasiado en la ciencia y no lo suficiente en la fe	—	.47	.22
Debido a sus conocimientos, los investigadores científicos tienen un poder que les hace peligrosos	—	.43	.19
chi cuadrado = 46,9/16 grados de libertad Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,02 Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,024 Correlación entre el factor 1 y el factor 2 = -0,11 Tamaño de la muestra = 6.122			
La pregunta era: «Me gustaría leerle algunos enunciados que la gente ha expuesto sobre la ciencia, la tecnología o el entorno. Para cada enunciado, por favor, dígame en qué medida está usted de acuerdo o en desacuerdo (Enseñar la tarjeta).»			

Una persona que estuviera de acuerdo con estos tres enunciados daría muestras de tener ciertas reservas y preocupaciones sobre las repercusiones de la ciencia y la tecnología en su vida y, quizás, en sus valores personales o sociales.

Dado que los dos factores son prácticamente independientes, con una correlación de $-0,11$, existe casi la misma probabilidad de que las personas que obtuvieron una puntuación alta en una dimensión alcanzaran una puntuación alta o baja en la otra dimensión. Dado

el contenido sustantivo de los elementos de las dos dimensiones, podría haberse esperado una correlación negativa mayor. Este grado de independencia sugiere que muchos adultos europeos reconocían el potencial positivo de la ciencia y la tecnología para ellos mismos y sus hijos y, por otra parte, expresaban las preocupaciones personales por las repercusiones negativas potenciales de la ciencia y la tecnología en sus valores tradicionales y religiosos.

Estados Unidos

Muchos de los elementos del Eurobarómetro tienen sus raíces en los estudios de los *Indicadores de Ciencia*. Durante casi dos décadas, la Fundación Nacional de Ciencia ha formulado a los norteamericanos un amplio conjunto de preguntas sobre sus actitudes ante las diferentes políticas de ciencia y tecnología, y sobre la percepción que tiene la gente sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en sus vidas y en la sociedad. Algunos de los estudios más recientes de *Indicadores de Ciencia* han incorporado elementos del Eurobarómetro y de otros estudios.

Una serie de análisis factoriales confirmatorios de los datos de los *Indicadores de Ciencia e Ingeniería* de 1995, identificaron una estructura de dos factores similar al modelo que se ha encontrado con los datos europeos. El primer factor incluía cuatro elementos, todos ellos prácticamente idénticos a cuatro de los seis elementos que se hallaron en el primer factor europeo (véanse las Tablas 27 y 28). Estos cuatro elementos son:

- (1) Gracias a la ciencia y a la tecnología, habrá más oportunidades para las generaciones futuras.
- (2) La ciencia y la tecnología están haciendo que nuestras vidas sean más saludables, más fáciles y más cómodas.
- (3) La mayoría de los científicos quieren trabajar en cosas que harán que mejore la vida del ciudadano medio.
- (4) La aplicación de la ciencia y de las nuevas tecnologías harán que el trabajo sea más interesante.

El segundo factor fue definido mediante cuatro elementos, uno de los cuales tenía una saturación negativa. Los cuatro elementos que se incluyeron en este factor eran:

- (1) La ciencia hace que nuestro modo de vida cambie demasiado deprisa.

TABLA 28
Análisis factorial confirmatorio de actitudes, Estados Unidos, 1995

Actitudes	Dimensión Confianza en la ciencia	Dimensión Reservas acerca de la ciencia	Proporción de varianza explicada
Gracias a la ciencia y a la tecnología, habrá más oportunidades para las nuevas generaciones . . . . .	.68	—	.47
La ciencia y la tecnología están haciendo que nuestra vida sea más saludable, fácil y cómoda . . . .	.62	—	.38
La mayoría de los científicos quieren trabajar en cosas que harán que mejore la vida del ciudadano medio . . . . .	.54	—	.29
La aplicación de la ciencia y de las nuevas tecnologías hará que el trabajo sea más interesante . . . . .	.53	—	.28
La ciencia hace que nuestro modo de vida cambie demasiado deprisa	—	.66	.44
Si lo pensamos bien, los beneficios de la investigación científica superan los resultados perjudiciales	—	-.60	.36
Confiamos demasiado en la ciencia y no lo suficiente en la fe	—	.51	.26
En mi vida diaria no me hace falta tener conocimientos científicos	—	.41	.17
chi cuadrado = 30,7/15 grados de libertad Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,02 Limite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,034 Correlación entre el factor 1 y el factor 2 = -0,64 Tamaño de la muestra N = 2.006			
La pregunta era : «Voy a leerle algunos enunciados similares a los que puede leer en periódicos y revistas. Para cada enunciado, dígame si en general está o no de acuerdo. Si se siente especialmente muy a favor o en contra de algún enunciado, le ruego que me lo indique.»			

(2) Si lo pensamos bien, los beneficios de la investigación científica superan sus resultados perjudiciales (Correlacionado de forma negativa con el factor).

(3) Confiamos demasiado en la ciencia y no lo suficiente en la fe.

(4) En mi vida diaria no me hace falta tener conocimientos científicos.

Tres de los elementos incluidos en este segundo factor han sido utilizados por Miller para construir una Escala de la Actitud ante

la Científica Organizada (ATOSS), y los resultados de esta escala se han publicado tanto en los *Indicadores de Ciencia e Ingeniería* como en otras publicaciones (U.S. National Science Board 1988, 1990, 1992, 1994, 1996; Miller, 1995).

En esencia, el modelo que se encontró en los datos de Estados Unidos de 1995 es coherente con los resultados del Eurobarómetro de 1992, con un primer factor que refleja un conjunto de elementos redactados en términos optimistas o positivos, y un segundo factor que engloba otro conjunto de elementos que expresan preocupación o reservas hacia la ciencia y la tecnología. Sin embargo, en contraste con el resultado europeo, ambos factores están fuertemente relacionados de forma negativa en los datos de los Estados Unidos, con una correlación de $-0,64$. Esta relación significa que es muy probable que una persona que ha obtenido una elevada puntuación en la primera dimensión, obtenga una puntuación baja en el segundo factor, y viceversa. Parece que los norteamericanos que tienen una actitud positiva ante los beneficios de la ciencia y de la tecnología serían menos propensos a tener reservas o inquietudes hacia sus posibles impactos, mientras que las personas muy preocupadas por la ciencia y la tecnología serían menos propensos a reconocer sus beneficios actuales o a tener puntos de vista optimistas sobre las futuras aportaciones de la ciencia y la tecnología. Esta pauta indica la existencia de una estructura de actitud más polarizada que la que hemos encontrado en Europa.

Japón

Una serie de análisis factoriales confirmatorios del estudio nacional japonés de 1991 identificaron una estructura de dos factores similar a la encontrada en Europa y en los Estados Unidos. El primer factor incluía cuatro elementos, todos los cuales expresaban un punto de vista en general positivo y optimista hacia la ciencia, similar en su contenido a los primeros factores de actitud que encontramos en los análisis precedentes (véase la Tabla 29). Estos son los cuatro elementos:

- (1) La aplicación de la ciencia y de las nuevas tecnologías harán que el trabajo sea más interesante.
- (2) Los ordenadores y la automatización de las fábricas crearán más empleo del que eliminarán.
- (3) Los científicos intentan beneficiar a los seres humanos.
- (4) Los beneficios de la investigación científica superan los resultados perjudiciales.

TABLA 29
Análisis factorial confirmatorio de actitudes, Japón, 1991

Actitudes	Dimensión Confianza en la ciencia	Dimensión Reservas acerca de la ciencia	Proporción de varianza explicada
La aplicación de la ciencia y de las nuevas tecnologías hará que el trabajo sea más interesante . . .	.67	—	.45
Los ordenadores y la automatización de las fábricas crearán más empleo del que eliminarán . . .	.45	—	.21
Los científicos intentan beneficiar a los seres humanos . . . . .	.44	—	.19
Los beneficios de la investigación científica superan los resultados perjudiciales . . . . .	.36	-.24	.15
La ciencia hace que nuestro modo de vida cambie demasiado deprisa	—	.76	.58
Confiamos demasiado en la ciencia y no lo suficiente en la fe . . .	—	.64	.42
Debido a sus conocimientos, los investigadores científicos tienen un poder que les hace peligrosos	—	.26	.07
chí cuadrado = 13,5/9 grados de libertad Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,02 Limite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,038 Correlación entre el factor 1 y el factor 2 = -0,22 Tamaño de la muestra N = 1.427			
La pregunta era : «Para cada enunciado, dígame si está muy de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo o muy en desacuerdo.»			

Aunque el enunciado de la preguntas relativas a tres de los cuatro elementos es diferente al que se empleó en los estudios norteamericanos y europeos, el contexto es similar (el resto de las preguntas no estaba incluido en estos estudios). El factor común refleja un respeto hacia las intenciones de los científicos y la idea de que los científicos proporcionarán resultados y productos útiles para la sociedad. Una de las ventajas del análisis estructural es que analiza las dimensiones de actitud que pueden resultar similares, independientemente de los cambios de enunciados.

Se definió un segundo factor en base a cuatro elementos adicionales, uno de los cuales —que también saturó en la primera dimensión— saturó de forma negativa. Esta segunda dimensión incluía elementos que expresaban preocupación ante la ciencia y la tecnología. Los cuatro elementos incluidos en este factor son los siguientes:

- (1) Los beneficios de la investigación científica superan los resultados perjudiciales (Con correlación negativa).

- (2) La ciencia hace que nuestro estilo de vida cambie demasiado deprisa.
- (3) Confiamos demasiado en la ciencia y no lo suficiente en la fe.
- (4) Debido a sus conocimientos, los investigadores científicos tiene un poder que les hace peligrosos.

En resumen, el modelo que hemos obtenido de los datos japoneses de 1991 es coherente con los resultados de Europa y de EE.UU., con un primer factor que refleja un bloque de elementos que tienen un enunciado en términos positivos u optimistas, y un segundo factor que engloba un bloque de datos que expresan inquietud y reservas ante la ciencia y la tecnología. Estos dos factores se correlacionan débilmente y de forma negativa en los datos japoneses, con un índice de correlación de $-0,22$. Esta correlación significa que una persona que ha obtenido una puntuación alta en la primera dimensión tiene casi la misma probabilidad de obtener una puntuación alta o baja en el segundo factor, y viceversa.

Canadá

En relación con los otros estudios, el estudio de Canadá de 1989 incluyó un número inferior de elementos sobre actitudes. Con una serie de análisis factoriales confirmatorios se encontraron dos dimensiones con los datos de Canadá. Sólo dos elementos saturaron una dimensión que traducía la promesa de la ciencia y la tecnología (véase la Tabla 30), mientras que otros cuatro elementos saturaron en una dimensión que reflejaba inquietudes y reservas.

Los dos elementos que integraron la dimensión de esperanza en la ciencia son los siguientes:

- (1) Si lo pensamos bien, los beneficios de la investigación científica han superado a los resultados perjudiciales.
- (2) La ciencia y la tecnología están haciendo que nuestra vida sea más saludable, más fácil y más cómoda.

Los cuatro elementos que caracterizaron la dimensión de reservas acerca de la ciencia y de la tecnología son:

- (1) La ciencia hace que nuestro modo de vida cambie demasiado deprisa.

TABLA 30
Análisis factorial confirmatorio de actitudes, Canadá,
1989

Actitudes	Dimensión Confianza en la ciencia	Dimensión Reservas acerca de la ciencia	Proporción de varianza explicada
Si lo pensamos bien, los beneficios de la investigación científica han superado a los resultados perjudiciales . . . . .	.68	—	.46
La ciencia y la tecnología están haciendo que nuestra vida sea más saludable, más fácil y más cómoda	.27	—	.07
La ciencia hace que nuestro modo de vida cambie demasiado deprisa	—	.65	.42
Confiamos demasiado en la ciencia y demasiado poco en la fe . . .	—	.64	.41
En mi vida diaria no me hace falta tener conocimientos científicos	—	.40	.16
Debido a sus conocimientos, los investigadores científicos tienen un poder que les hace peligrosos	—	.38	.14
chi cuadrado = 5,3/7 grados de libertad Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,00 Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,023 Correlación entre el factor 1 y el factor 2 = -0,59 Tamaño de la muestra N = 2.000			
«Para cada enunciado, dígame si está muy de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo o muy en desacuerdo.»			

(2) Confiamos demasiado en la ciencia y no lo suficiente en la fe.

(3) En mi vida diaria no me hace falta tener conocimientos científicos.

(4) Debido a sus conocimientos, los investigadores científicos tienen un poder que les hace peligrosos.

El nivel de correlación negativa entre ambos factores se situó en -0,59, lo que refleja una polaridad de opiniones similar a la obtenida para los Estados Unidos.

El desarrollo de esquemas para la ciencia y la tecnología

Los esquemas desempeñan un papel esencial en los esfuerzos de cada individuo por recibir, organizar y dar sentido a todo el abanico de información nueva y compleja que le transmiten a diario la prensa escrita y los medios de comunicación en las modernas sociedades industrializadas y científicas. Algunos individuos son más hábiles que otros en la elaboración de redes de esquemas concretos y abstractos, y los psicólogos se refieren frecuentemente a estas diferencias de tratamiento y uso de la información en términos de capacidad mental (Sternberg, 1985, 1988).

Prácticamente todos los seres humanos funcionan con esquemas para la realización de tareas sencillas (tales como conducir un coche) o más complejas y abstractas (como, por ejemplo, la comprensión de las repercusiones de la ciencia en la sociedad). Estos esquemas permiten que una persona pueda reconocer el carácter de una nueva información, filtrarla y canalizarla para, en su caso, responder de la forma adecuada. Por ejemplo, cuando un conductor ve la señal de tráfico en forma de flecha dirigida hacia un lado de la carretera, este conductor girará en esa dirección tras aminsonar la marcha del vehículo para girar con toda seguridad, sin necesidad de realizar un razonamiento laborioso y formal. Al ver la señal, se activan varias experiencias y conocimientos previamente adquiridos, que traen a la mente, en concreto a la memoria a corto plazo, una serie de posibles explicaciones y comportamientos afines.

Sólo los novatos que se encuentran en la fase de adquisición o consolidación de sus esquemas, deben seguir el hilo del pensamiento deliberadamente antes de actuar. En cambio, los expertos, ante determinados datos o situaciones particulares, activan el esquema correspondiente y responden de inmediato. Actuar de otra manera supondría una pérdida de eficacia (Dreyfus y Dreyfus, 1986). Pero, sobre todo en circunstancias imprevistas como pueden ser las crisis, los fracasos, los problemas de funcionamiento o la aparición de innovaciones y cambios radicales, los individuos se ven obligados a dar sentido a tales situaciones mediante un proceso cognitivo activo de resolución de problemas que incluso puede implicar el retorno a esquemas básicos.

Asimismo, cuando un individuo lee o escucha noticias sobre la realización de pruebas de un nuevo fármaco con un gran número de animales, cuyos resultados permitieron descubrir que este fármaco frenaba considerablemente la evolución del cáncer en los

animales sometidos a tratamiento, esta persona puede reconocer esta información como un «estudio científico», activándose uno o varios esquemas relacionados con este tema. Aunque las noticias hablen únicamente de pruebas de un fármaco con animales, el individuo puede reconocer que se trata de una noticia importante porque los conocimientos adquiridos mediante estudios con animales pueden llevar a la realización de otros con animales más desarrollados o con seres humanos, para finalmente dar lugar a la producción de un fármaco útil para este individuo, sus familiares o amigos, o a todas las personas en general. Si este individuo tiene un esquema positivo de la investigación biomédica, podrá hacer una interpretación optimista de esta noticia, confiar en la aparición de nuevos medicamentos en un futuro próximo y reforzar su sentimiento de que la ciencia produce cosas susceptibles de hacer la vida más saludable, más fácil y más cómoda. Por el contrario, si este individuo tuviera un esquema negativo de la ciencia, podría recordar otros informes que en los últimos años anunciaban resultados prometedores en relación con el cáncer y que luego no llegaron a materializarse.

Los modelos de análisis factorial confirman la noción de que la mayoría de los individuos poseen dos esquemas principales de reacción ante la ciencia y la tecnología. El primer factor, encontrado en cada uno de los estudios, es representativo de *la confianza en la ciencia y la tecnología*. Los elementos o ítems contenidos en este factor reflejan la idea de que o bien la ciencia y la tecnología han conseguido mejorar la calidad de vida, con la asunción implícita de que seguirá haciéndolo, o se valora como algo que será beneficioso en el futuro. A pesar de que los términos exactos utilizados pueden variar ligeramente de un estudio a otro, creemos que estos elementos representan en esencia la misma dimensión de actitud; es decir, se cree que la ciencia y la tecnología han producido y seguirán produciendo beneficios que mejoran la calidad de vida.

La segunda dimensión que encontramos en cada uno de los estudios representa *reservas ante la ciencia y la tecnología*. Los elementos o ítems del factor expresan la preocupación ante la rapidez con la que se producen los cambios en la vida moderna y la idea de que la ciencia puede, a veces, entrar en conflicto con los valores o con los sistemas de creencias tradicionales. Aunque la terminología, y a veces los conceptos, pueden diferir ligeramente entre un estudio y otro, este factor refleja un tipo similar de reservas en la actitud ante la ciencia y la tecnología.

Por todo lo publicado sobre la formación y el uso de esquemas, dentro del área de la psicología social y de la ciencia cognitiva, es razonable suponer que se encontrará una gran variedad de com-

binaciones posibles de los dos esquemas descritos arriba. Algunos individuos tendrán desarrollado un fuerte esquema positivo y un esquema negativo débil, de modo que reaccionarán positivamente a un amplio espectro de noticias científicas. Otras personas tendrán un esquema positivo débil y un esquema negativo fuerte, lo que les incitará a ser negativos o inciertos en relación con las noticias científicas. También puede que un mismo individuo tenga un fuerte esquema positivo y un fuerte esquema negativo, lo cual significaría que admite tanto las importantes ventajas de la ciencia y de la tecnología como los riesgos de graves daños derivados de las actividades científicas y, sobre todo, técnicas. Dada la poca relevancia que la ciencia y la tecnología tienen para muchos adultos, es probable que muchas personas tengan esquemas positivos y negativos débiles, así como imágenes borrosas (en el sentido técnico de «teoría de conjuntos borrosos»), siendo esto el reflejo de una experiencia reducida o falta de información (Zadeh, 1987).

Los cuatro conjuntos de datos nacionales utilizados para este análisis brindan una buena oportunidad para realizar un estudio empírico de la distribución de estos dos esquemas. Con el fin de disponer, a efectos de comparación, de una medición común, se determinó, para cada uno de los cuatro conjuntos de datos, una puntuación factorial para cada esquema y, luego, se convirtió dicha puntuación en una escala de cero a cien¹³. Visto el gran número de elementos comunes de las distintas dimensiones, esta simple conversión permitió conservar el contenido conceptual de cada dimensión y expresar los resultados en una escala de medición más simple, pero comparable.

Un esquema positivo de reacción ante la ciencia y la tecnología

Utilizando dicha escala de cero a cien, se registraron puntuaciones medias en el Indicador de Confianza Científica de: 69 para la Unión Europea, 68 para los Estados Unidos, 55 para el Japón y 72 para Canadá (véase la Tabla 31). El nivel netamente inferior de confianza en la ciencia registrado para el Japón no se debe a ninguno de los problemas de medición aludidos anteriormente, sino que parece ser el reflejo de un nivel inferior de optimismo científico y se ajusta al menor nivel de optimismo y satisfacción que demuestran tener los japoneses en otros aspectos de la vida.

¹³ Según esta conversión, se asignó el valor cero a la puntuación factorial que reflejaba el nivel más bajo de «conformidad» con una dimensión, y el valor de cien al nivel más alto posible de «conformidad» con una dimensión.

TABLA 31
Puntuaciones medias en el Indicador de Confianza Científica

Variable	Indice de Confianza Científica			
	Europa	EE.UU.	Japón	Canadá
Todos los adultos	69	68	55	72
Nivel de estudios				
Inferior a enseñanza secundaria.	68	63	54	68
Enseñanza secundaria	69	68	55	75
Universitario	71	71	56	84
Género				
Mujer	68	67	54	68
Hombre	70	69	55	76
Edad				
De 18 a 29 años	69	67	53	70
De 30 a 39 años	69	69	53	74
De 40 a 49 años	70	69	54	73
De 50 a 64 años	71	69	56	75
De 65 o más	68	66	57	69
Alfabetización científica cívica.				
Bien informado	70	72	64	84
Medianamente informado	69	69	58	80
Mal informado	69	67	54	69
Atención a la política científica y tecnológica				
Público atento	74	74	56	79
Público interesado	72	69	59	74
Público residual	67	65	54	69
Tamaño de la muestra	6.122	2.006	1.457	2.000

En las cuatro sociedades analizadas, el nivel de confianza en los resultados científicos y tecnológicos es mayor entre los ciudadanos con un nivel de estudios universitarios y menor entre los ciudadanos que abandonaron los estudios antes de finalizar la enseñanza secundaria. La asociación entre la confianza en la ciencia y la tecnología y el nivel de estudios sólo es estadísticamente significativo en Canadá. El nivel de alfabetización científica se relacionó positivamente con la confianza en la ciencia y la tecnología en los Estados Unidos (con 5 puntos de diferencia entre los dos extremos de la alfabetización científica cívica), en Japón (con 10 puntos de diferencia) y en el Canadá (con 15 puntos de diferencia), pero no aparecieron diferencias significativas entre los europeos.

En Canadá, Europa y Estados Unidos, los ciudadanos considerados como atentos a cuestiones de política científica y tecnológica tenían una opinión más positiva de la actividad científica y tecno-

lógica que las personas consideradas no atentas. Entre los dos extremos de la escala de la atención a la ciencia y tecnología, se aprecian diferencias en la percepción de la actividad científica de 7 puntos para Europa, 9 puntos para EE.UU. y 10 puntos para Canadá.

Los resultados de la Unión Europea y de América del Norte revelan un alto grado de optimismo social respecto de los logros y promesas de la ciencia y de la tecnología. La distribución del esquema positivo de reacción ante la ciencia y la tecnología adopta el perfil de una curva normal en los cuatro países.

Un esquema negativo de reacción ante la ciencia y la tecnología

Se registraron las siguientes puntuaciones medias en el Indicador de Reserva Científica: 58 para la Unión Europea, 56 para Canadá y Japón, 39 para los Estados Unidos (véase la Tabla 32). A diferencia de la distribución del esquema positivo, estos resultados indican que los canadienses, europeos y japoneses tienen niveles medio-altos de reserva ante las consecuencias negativas reales y potenciales de la ciencia y de la tecnología. El nivel de reserva netamente inferior registrado para los Estados Unidos es coherente con la tendencia descrita en muchos estudios, según los cuales un fuerte optimismo y la escasa preocupación por la ciencia y la tecnología son dominantes entre los estadounidenses desde hace cincuenta años (Miller, 1983a; Barke, 1986; Hughes, 1989; Teich, 1990; NSB, 1990, 1992, 1994, 1996).

En los cuatro sistemas políticos estudiados, a los individuos con los niveles más bajos de estudios reglados les correspondió el nivel más alto de reserva científica y tecnológica. Los ciudadanos con altos niveles de alfabetización científica mostraron tener niveles de reserva ante la ciencia y la tecnología muy inferiores a los de las personas mal informadas sobre ciencias. Al igual que ocurrió con el Indicador de Confianza Científica, las relaciones entre estos parámetros fueron más intensas en los Estados Unidos. Para los dos extremos de la escala de niveles de estudios, se registraron diferencias en la puntuación media en el Indicador de Reserva Científica de 11 puntos para Europa, 24 puntos para EE.UU., 12 puntos para Japón y 20 puntos para Canadá.

En Canadá y Estados Unidos, los niveles de reserva acerca de las repercusiones de la ciencia y de la tecnología fueron significativamente más bajos entre los ciudadanos clasificados como atentos a la política científica y tecnológica que entre la población no atenta o en el público residual (con diferencias de 12 puntos para EE.UU.

TABLA 32
Puntuaciones medias en el Indicador de Reserva Científica

Variable	Indicador de Reserva Científica			
	Europa	EE.UU.	Japón	Canadá
Todos los adultos	58	39	56	56
Nivel de estudios				
Inferior a enseñanza secundaria . . .	64	51	62	60
Enseñanza secundaria	57	39	55	52
Universitario	53	27	50	40
Género				
Mujer	60	40	57	58
Hombre	57	38	55	53
Edad				
De 18 a 29 años	53	30	54	45
De 30 a 39 años	55	38	52	54
De 40 a 49 años	58	36	56	58
De 50 a 64 años	62	39	58	60
De 65 o más	64	45	63	61
Alfabetización científica				
Bien informado	46	24	45	39
Medianamente informado	55	30	55	45
Mal informado	62	42	56	59
Atención a la política científica y tecnológica				
Público atento	57	30	54	45
Público interesado	57	38	52	54
Público residual	60	42	57	59
Tamaño de la muestra	6.122	2.006	1.457	2.000

y 14 puntos para Canadá). En Europa y Japón, los ciudadanos atentos e interesados sólo estaban ligeramente menos preocupados por el impacto de la ciencia y de la tecnología que el público residual.

En las cuatro sociedades, las mujeres tienen una probabilidad ligeramente mayor que los hombres de formular reservas sobre la ciencia y la tecnología. Los márgenes de diferencia son pequeños y es probable que la mayoría de estas diferencias anotadas se expliquen por diferencias en el nivel de estudios alcanzado.

Vínculos con preferencias de políticas específicas

Es razonable suponer que la mayoría de la gente desarrolle simultáneamente tanto un esquema positivo frente a los logros y promesas de la ciencia y de la tecnología, como un esquema negativo ante las consecuencias dañinas y resultados políticamente perjudiciales de la ciencia y de la tecnología, aunque el peso respectivo de cada esquema no sea necesariamente idéntico en todas las sociedades. Para explorar el papel de estos esquemas en el tratamiento de la información y en la definición de las actitudes políticas concretas, conviene estudiar la posición de los ciudadanos de los cuatro países ante la siguiente afirmación ¹⁴: «[el gobierno] debería apoyar la investigación científica básica, incluso si no produce beneficios inmediatos». En los cuatro sistemas políticos, una mayoría abrumadora de adultos estaban de acuerdo en que el gobierno debería apoyar la investigación científica básica. El nivel de apoyo era más alto en Canadá y Japón, con un 88 % y un 86 %, respectivamente, de los adultos entrevistados indicando que les gustaría que el gobierno apoyara o siguiera apoyando la investigación científica básica (véase la Tabla 33). Un 80 % de los europeos y un 78 % de los estadounidenses expresaron su adhesión a la afirmación propuesta.

En los cuatro sistemas políticos que hemos estudiado, el nivel de estudios y el nivel de alfabetización científica están asociados positivamente con el apoyo a que el gobierno financie la investigación científica básica. Los ciudadanos de los cuatro países que no están interesados por temas de política científica y tecnológica también son los que menos a favor se muestran del apoyo del gobierno a la investigación científica. Los hombres son más propensos que las

¹⁴ En las encuestas realizadas en Europa, Japón y Estados Unidos, se utilizó la misma afirmación, excepto que la referencia al gobierno variaba. En el estudio realizado en EE.UU., el término «Gobierno Federal» fue introducido en la proposición, mientras que en Europa y Japón se utilizó una denominación más genérica para referirse al gobierno nacional. En estas tres encuestas, se preguntó a los encuestados si estaban «totalmente de acuerdo», «de acuerdo», «en desacuerdo» o «en total desacuerdo» con el enunciado, y a quienes contestaron «no sé» o «no estoy seguro», se les clasificó en una categoría intermedia, de modo que se consiguió una variable ordinal de cinco categorías. En la encuesta de 1989 en Canadá, no se planteó esta pregunta, sino que se pidió a los canadienses si consideraban que el presupuesto destinado por su gobierno nacional (federal) a la investigación científica básica era «excesivo», «insuficiente» o «lo justo», con lo que se obtuvo una variable ordinal de tres categorías. Los resultados descriptivos reproducidos en el Cuadro 33 incluyen las respuestas «totalmente de acuerdo» y «de acuerdo» de las encuestas europea, japonesa y estadounidense, así como las respuestas «lo justo» e «insuficiente» de la encuesta canadiense. En el análisis de las ecuaciones estructurales, se han tenido en cuenta las cinco categorías de respuesta para los datos referentes a Europa, Japón y EE.UU., y se han utilizado las tres categorías de respuesta con los datos de Canadá.

TABLA 33

Grado de acuerdo con el apoyo del Gobierno a la investigación científica y tecnológica básica

Variable	Porcentaje que está de acuerdo o totalmente de acuerdo			
	Europa	EE.UU.	Japón	Canadá
Todos los adultos	80	78	86	88
Nivel de estudios				
Inferior a la enseñanza secundaria	67	67	81	85
Enseñanza secundaria	83	79	86	89
Universitario	89	87	93	98
Género				
Mujer	77	77	83	84
Hombre	83	79	90	91
Edad				
De 18 a 29 años	78	86	86	84
De 30 a 39 años	85	84	86	90
De 40 a 49 años	84	78	88	89
De 50 a 64 años	80	72	88	87
De 65 en adelante	71	65	84	92
Alfabetización científica				
Bien informado	91	90	96	98
Medianamente informado	87	87	94	93
Mal informado	74	75	85	86
Atención a la política científica y tecnológica				
Público atento	91	83	89	92
Público interesado	89	85	96	90
Público residual	73	70	84	84
Tamaño de la muestra	6.122	2.006	1.457	2.000

mujeres a apoyar la financiación de la investigación científica por el gobierno.

Para evaluar el impacto relativo de los esquemas de la confianza y de reserva ante la ciencia en el desarrollo y mantenimiento de una preferencia de política específica ante el apoyo gubernamental a la investigación básica, hemos elaborado un conjunto de modelos de ecuaciones estructurales (véanse las Figuras 11, 12, 13 y 14). Puesto que estos esquemas son el producto de un conjunto complejo de factores demográficos y educativos, es preciso examinar el impacto marginal de estos esquemas dentro de un contexto multivariable que tenga en cuenta la configuración global de los factores sociales y educativos.

Las relaciones concomitantes entre los dos esquemas y las actitudes ante los presupuestos del gobierno para la investigación cien-

tífica básica ilustran las enormes diferencias que existen entre los cuatro países estudiados. En Europa, un esquema fuerte de confianza es el predictor más sólido de la aprobación del apoyo financiero del gobierno a la investigación científica básica (véase la Figura 11 así como la Tabla 34). Los adultos europeos están a favor del apoyo gubernamental a la investigación, considerando que se trata de una vía para mejorar la calidad de vida. El nivel de reserva ante las repercusiones de la ciencia y la tecnología es bastante más alto entre los adultos europeos que entre los estadounidenses, pero prácticamente no se relaciona con la actitud ante los presupuestos del gobierno para la investigación científica. Esta actitud de los europeos podría compararse a la de un individuo que, a pesar de su angustia moderada por volar en un avión, reconoce la mayor rapidez y comodidad del transporte aéreo y viaja en avión.

TABLA 34
Efectos totales de la edad, la educación y el género en la predicción de la actitud ante el apoyo a la investigación básica

Variable	Efecto total estimado			
	Europa	EE.UU.	Japón	Canadá
Edad	-.09	.01	.20	-.06
Género (el femenino es positivo)	-.17	-.03	-.54	-.45
Nivel de estudios . . . . .	.15	.39	.10	.09
Alfabetización científica . . . . .	.22	.44	.10	.13
Atención a la política científica y tecnológica . . . . .	.38	.13	.15	.18
Esquema de la confianza en la ciencia . . . . .	.56	.49	.46	.00
Esquema de reserva ante la ciencia	.08	-.42	.42	-.25
R ² múltiple . . . . .	.49	.63	.51	.30
Tamaño de la muestra	6,122	2,006	1,451	2,000
chi cuadrado = 42,4/43 grados de libertad				
Error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) = 0,00				
Límite superior del intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA = 0,011				

En Estados Unidos, los esquemas de confianza y de reserva ante la ciencia guardan una relación clara, aunque diferenciada, con la postura de los ciudadanos respecto de la financiación por el gobierno de la investigación científica básica (véanse la Figura 12 y la Tabla 34). El modelo elaborado revela que los ciudadanos que tienen mucha confianza en la ciencia y la tecnología y relativamente pocas reservas acerca de las repercusiones negativas de las mismas, son mucho más propensos a aprobar la financiación por el gobier-

no de la investigación científica básica. Además, este modelo refleja la correlación negativa entre los esquemas de confianza y reserva para los datos de los EE.UU. y sugiere que estos dos esquemas operan de forma separada, pero no completamente independiente.

En cuanto al Japón, los dos esquemas ilustran el apoyo unánime de sus ciudadanos a la ciencia y la tecnología. Tanto el esquema de confianza en la ciencia como el esquema de reserva ante la ciencia, se relacionan positivamente con la aprobación de la financiación por el gobierno de la investigación científica. La puntuación media de los japoneses fue 55 en el Indicador de Confianza Científica y 56 en el Indicador de Reserva Científica; sin embargo, un 86 % de los adultos japoneses se pronunciaron a favor del apoyo gubernamental a la investigación científica (véanse la Figura 13 y la Tabla 34). El hallazgo de que la política científica y tecnológica es un tema de escaso relieve sugiere que los adultos japoneses no tienen sentimientos fuertes y asentados acerca de las promesas o de los riesgos de la ciencia y de la tecnología. En cambio, pueden atribuir a la ciencia y la tecnología parte de la responsabilidad del fuerte crecimiento de la industria japonesa en las últimas décadas. Es posible que el apoyo gubernamental a la investigación se haya convertido en un deseo de la sociedad y una expectativa sociopolítica del Japón de la posguerra, pero sin claro fundamento cognitivo de esquemas asociados. Esta interpretación es corroborada por el efecto total positivo (0,20) entre la edad y la aprobación del apoyo gubernamental a la investigación científica en los datos del estudio japonés.

Respecto a Canadá, el mejor predictor de la aprobación del apoyo gubernamental a la investigación científica fue el rechazo de toda reserva acerca de las repercusiones de la ciencia y de la tecnología (véanse la Figura 14 y la Tabla 34). Cabe recordar que los adultos canadienses obtuvieron una puntuación media (72 puntos) en el Indicador de Confianza Científica superior a la de los europeos, estadounidenses y japoneses. Asimismo, un 88 % de los canadienses se mostraron a favor de la financiación de la investigación científica por el gobierno. Dados estos parámetros, el modelo contaba con una varianza reducida para hacer predicciones y, por lo tanto, el factor de diferenciación entre la aprobación y el rechazo ha sido un bajo nivel de reserva o preocupación acerca de las repercusiones de la ciencia y la tecnología. Por estar tan generalizado entre los adultos canadienses, el factor de confianza en la promesa de la ciencia no ha sido un buen predictor de la actitud ante el gasto en investigación científica.

Los modelos elaborados permiten obtener una nueva percepción del contexto social y político de las preferencias en políticas espe-

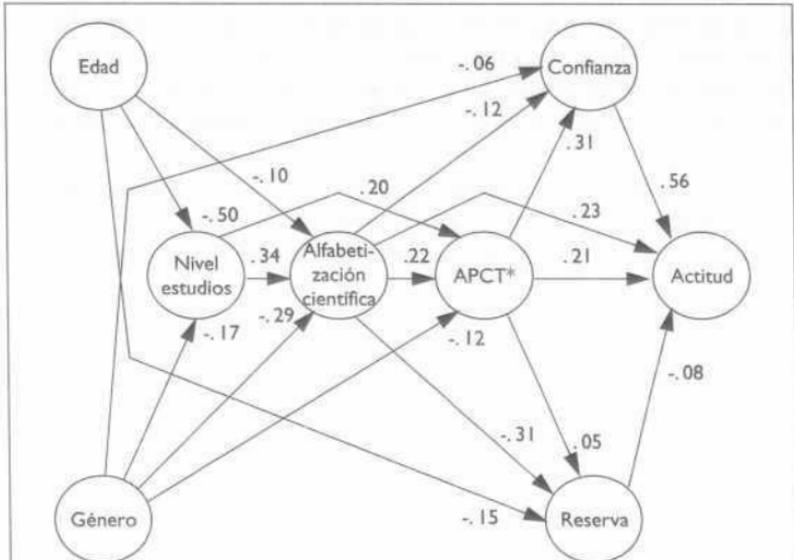


FIGURA 11:
Modelo de camino para predecir las actitudes ante los presupuestos del Gobierno para la investigación científica básica en la Unión Europea, 1992

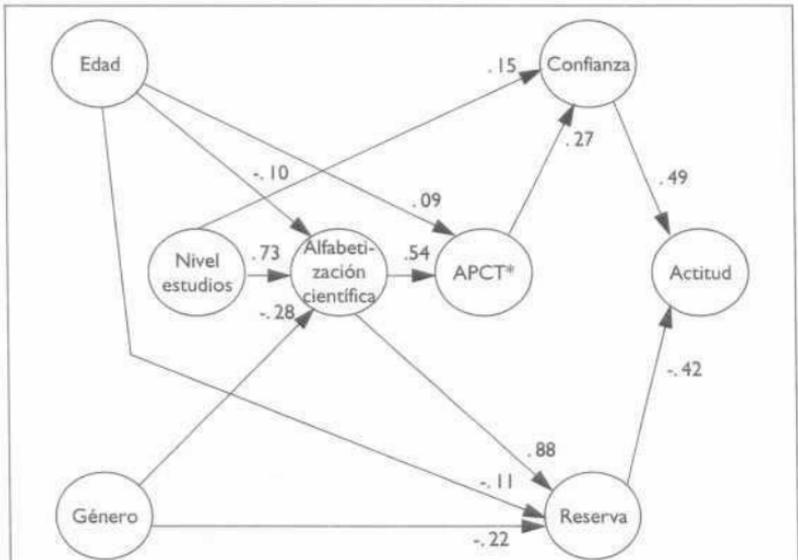


FIGURA 12:
Modelo de camino para predecir las actitudes ante los presupuestos del Gobierno para la investigación científica básica en Estados Unidos, 1995

* APCT, Atención a la política científica y tecnológica.

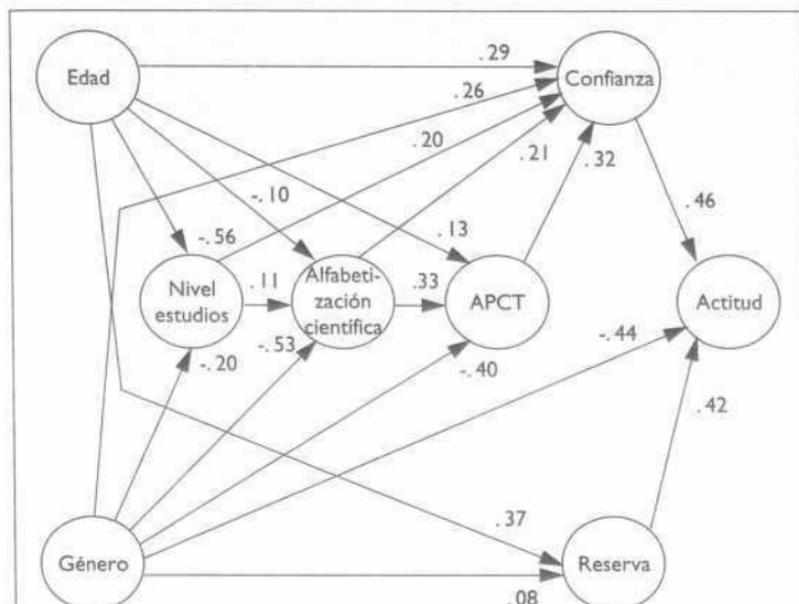


FIGURA 13:
Modelo de camino para predecir las actitudes ante los presupuestos del Gobierno para la investigación científica básica en Japón, 1991

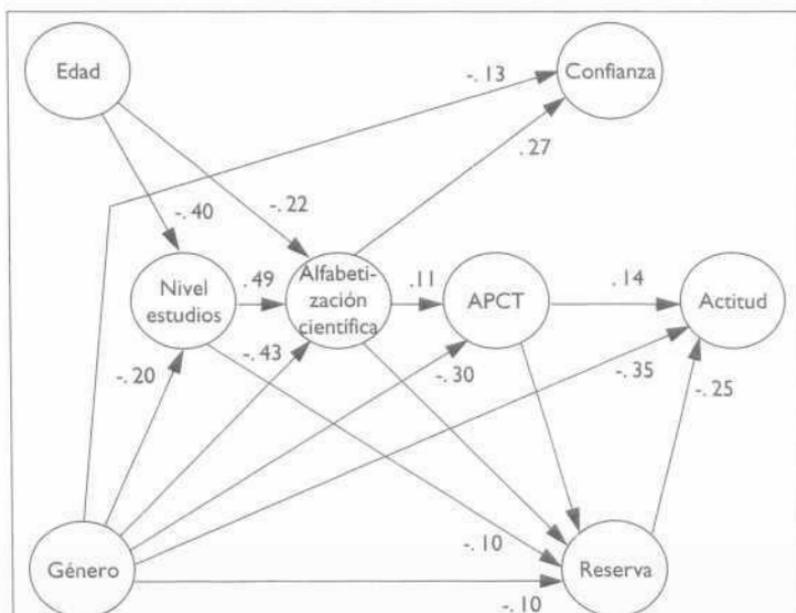


FIGURA 14:
Modelo de camino para predecir las actitudes ante los presupuestos del Gobierno para la investigación científica básica en Canadá, 1989

cíficas. Los efectos combinados del nivel de estudios y el desarrollo de la alfabetización científica cívica tienen una influencia considerable en los Estados Unidos y un impacto mucho más débil en los otros tres países estudiados, lo cual refleja algunas de las diferencias que se dan en el acceso a la enseñanza superior en general y a la educación científica de nivel universitario en particular entre Estados Unidos, por un lado, y Europa, Japón y Canadá, por otro. En Japón y Canadá, el género es un predictor importante de la actitud ante el apoyo gubernamental a la investigación científica, manteniéndose constantes las diferencias en los niveles de estudios y los demás factores.

El carácter complejo, aunque comprensible, del entorno en el que se forman y se sustentan las actitudes ante las políticas está influenciado por las características demográficas seleccionadas y por los esquemas de actitud general ante actitudes políticas concretas. Los elementos de estos cuatro importantes estudios forman dimensiones significativas que reflejan los esquemas cognitivos y de actitudes que las personas pueden usar, y de hecho usan, en el desarrollo de opiniones sobre las cuestiones relativas a la política científica y tecnológica. Los resultados obtenidos demuestran tanto la viabilidad como el valor de este tipo de investigación, especialmente en los análisis de temas polémicos de política científica y tecnológica.

CAPITULO VI

LA PLANIFICACION DE FUTUROS ESTUDIOS

En esta monografía se ha examinado la estructura del interés del público por la ciencia y la tecnología, el nivel de comprensión que el público tiene de los conceptos científicos básicos, y la estructura y el contenido de sus actitudes ante la ciencia y la tecnología. Para concluir, sería interesante resumir las principales comprobaciones sustantivas y definir un plan para futuros estudios.

Principales comprobaciones

El nivel de interés del público por los nuevos descubrimientos médicos y científicos, los inventos y las nuevas tecnologías, y por los problemas medioambientales, es relativamente alto en Europa, Estados Unidos y Canadá. En el moderno mercado del tiempo y de la atención de los ciudadanos, la ciencia y la tecnología compiten razonablemente. El nivel más bajo de interés por estos temas en Japón parece reflejar una combinación de factores culturales y políticos.

El nivel de comprensión que el público tiene de los conceptos científicos básicos es relativamente bajo en los cuatro sistemas políticos que hemos estudiado. Según el indicador de alfabetización científica cívica, aproximadamente el 10 % de los adultos de Estados Unidos y un 20 % de ciudadanos europeos, japoneses y canadienses están bien informados o científicamente alfabetizados. Este resultado plantea cuestiones importantes sobre la capacidad de los ciudadanos para comprender los argumentos que se esgrimen en los principales debates sobre ciencia y tecnología, y aboga fuertemente porque se renueven los esfuerzos para mejorar la calidad y la eficacia de la educación científica en todos los países.

Es importante reconocer que dos esquemas distintos —el de la confianza en la promesa de la ciencia y de la tecnología, y el de las reservas acerca del impacto de la ciencia y la tecnología— operan de forma simultánea en las mentes de la mayoría de los individuos de las sociedades industriales modernas, si bien lo hacen a veces con distintas fuerzas y en diferentes combinaciones según el grupo social e incluso el país de que se trate. Algunas cuestiones pueden activar uno de los esquemas, en tanto que otras cuestiones activarán el otro esquema. El análisis de los cuatro sistemas sociopolíticos ha puesto de manifiesto que una mayoría sustancial de los adultos europeos y norteamericanos mantienen una actitud positiva ante la ciencia y la tecnología, lo cual refleja una valoración positiva de los logros del pasado. Mientras que relativamente pocos estadounidenses manifestaron reservas acerca de las repercusiones de la ciencia y de la tecnología, un porcentaje importante de europeos, japoneses y canadienses expresaron sus reservas y preocupaciones. Estas reservas iban acompañadas por altos niveles de esperanza en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, por lo que traducían menos un sentimiento de repulsa de la ciencia que de cautela.

En este contexto, es imprescindible tener en cuenta la opinión del público, pues de lo contrario se correría el riesgo de que las aplicaciones de nuevos descubrimientos científicos y el uso de nuevas tecnologías en áreas particularmente sensibles (biomedicina, ingeniería genética, tecnologías de la información, que invaden la vida privada, megaproyectos de gran impacto medioambiental), pudieran cuestionarse en mayor medida o ser objeto de una mayor oposición por parte de grupos de presión o movimientos ideológicos.

Puesto que la política científica y tecnológica debe competir tanto con otros temas de política pública como con actividades sociales y recreativas que también captan la atención de los ciudadanos, se produce inevitablemente un proceso de especialización política e ideológica por el que los individuos dedican relativamente poco tiempo o atención a los temas políticos, como prueba la baja tasa de participación electoral en muchos sistemas políticos democráticos. Al optar por concentrar su atención y su tiempo en cuestiones de política pública, los ciudadanos que lo hacen deben obligatoriamente seleccionar estas cuestiones. Uno de cada diez europeos, estadounidenses y canadienses están atentos a los temas de política científica y tecnológica. Por regla general, en los cuatro países estudiados, los ciudadanos atentos a la política científica y tecnológica tenían, comparados con otros ciudadanos, mayor confianza en la promesa de la ciencia y la tecnología así como niveles inferiores de reserva acerca de las repercusiones de la ciencia y la tecnología.

Algunos factores, tales como la edad, el género, el nivel de estudios, la alfabetización científica y la atención a determinadas áreas temáticas, producen dos esquemas relacionados con la ciencia que, finalmente, influyen en las preferencias de políticas específicas. Un conjunto de modelos de ecuaciones estructurales documentan el importante e interviniente papel que las variables de educación, conocimiento, atención y actitud desempeñan en las preferencias de políticas específicas referentes al apoyo gubernamental a la investigación científica básica en Europa, Estados Unidos, Japón y Canadá. Es de notar que los factores más influyentes son de índole educativa y demográfica, dos áreas en las que las campañas de información o publicidad influyen difícilmente.

Instrucciones para futuros estudios

La experiencia adquirida en la realización del presente estudio ha puesto de manifiesto la necesidad de establecer una metodología consistente en la conceptualización y formulación de los conjuntos de ítems o enunciados utilizados en los cuestionarios, así como en la coordinación de la información. Además, los resultados sustantivos de este análisis plantean preguntas y problemas que permiten identificar las áreas en las que sería oportuno y productivo realizar nuevos estudios.

Cuestiones metodológicas

El análisis realizado ha identificado tres cuestiones metodológicas importantes en torno a los datos de series temporales, las comparaciones transnacionales y el análisis multivariable, que merecen ser tratadas a continuación.

Datos de series temporales. Este análisis está basado en cuatro conjuntos de datos transversales, cada uno de los cuales refleja un único año y habría sido más enriquecedor si hubiera habido datos disponibles y fiables de series temporales para este estudio comparativo. Las similitudes entre las naciones industriales avanzadas superan sus diferencias y se podrían aprender buenas lecciones de las comparaciones continuadas y sistemáticas entre distintos sistemas políticos, sociales y educativos. Los principales países industriales saldrían beneficiados si se comprometiesen a apoyar estudios nacionales periódicos acerca de la comprensión de la ciencia y la tecnología por parte del público, con el fin de elaborar conjuntos de datos de series temporales comparables a los Indicadores de Ciencia e Ingeniería de los Estados Unidos.

Comparaciones transnacionales. Esta monografía resalta el valor de las comparaciones de datos de varios países. Para garantizar la fiabilidad de las estimaciones comparativas, los investigadores deberán preparar un conjunto de ítems o enunciados lo más similares posible en cuanto a su formulación y a su estructura, y esta tarea debería realizarse en el marco de las conversaciones habituales que mantienen entre sí los países interesados por los estudios nacionales acerca de la alfabetización científica.

Análisis multivariable. Los resultados de este trabajo demuestran la importancia de utilizar técnicas cuantitativas apropiadas en los análisis comparativos de datos de encuestas nacionales. Por ello, los estados participantes deberían comprometerse a utilizar análisis multivariados rigurosos y actualizados, incluyendo preferentemente el uso de escalas frente a proposiciones únicas, y el uso de modelos multivariados para incrementar la comprensión de la importancia relativa de los diversos factores.

Cuestiones sustantivas

Una dimensión importante que merecerá ser examinada en el futuro es la interacción entre la organización institucional y las formas de participación del público en el proceso de toma de decisiones en las áreas científicas y tecnológicas, por un lado, y la atención a determinadas áreas temáticas, las actitudes y el comportamiento real del público, por otro lado. Ya se han realizado estudios de este tipo en los EE.UU., pero conviene ampliar esta área de investigación a otros sistemas sociopolíticos, especialmente a la Unión Europea, pues se dirige hacia una reforma institucional compleja susceptible de producir resultados muy diferentes (Miller, 1983a, 1995, 1996). Esta transformación, en efecto, puede desembocar en cambios radicales en la forma de gobernar en Europa, lo que, a su vez, podría tener repercusiones importantes en la estructura y dinámica de la implicación de los ciudadanos en los procesos de formulación de políticas ¹⁵.

¹⁵ «El Tratado de Maastricht puede haber cambiado la trayectoria de la integración política europea y puede haber revelado una serie de efectos posibles (pero no ineludibles) que algunos actores nacionales o supranacionales no veían claramente o no deseaban anteriormente. En lugar del sistema coherente de frenos y equilibrios largamente esperado por los eurofederalistas, (el Tratado) podría favorecer el desarrollo de un arreglo híbrido de presencias y ausencias en el que los Estados miembros, determinados sectores industriales, gobiernos subnacionales y organizaciones supranacionales podrían, primero, elegir las obligaciones que les interesan y, luego, descubrir cuáles son compatibles con otras. Es como si Europa, tras haber sido invitada por sus Estados miembros a un tentempié ligero de cooperación regional y por sus funcionarios supranacionales a una gran comida de precio fijo de gobernanza centralizada, se encontrara de repente ante un menú a la carta preparado por varios cocineros

La complejidad de la toma de decisiones en la Unión Europea ofrece una oportunidad de estudiar las interacciones entre la dimensión institucional y algunos de los temas críticos en el área de la comprensión de la ciencia por el público, como puede ser la atención a la ciencia y la tecnología o la participación del público en la elaboración de políticas. El plan de futuros estudios debería prever un espacio para el examen de esta característica trascendental de las democracias modernas en el cambio de siglo.

Cinco cuestiones sustantivas merecen ser investigadas en el futuro: la estructura de los sistemas políticos, la influencia de la educación escolar, la influencia de la educación extraescolar continuada, la atención a áreas temáticas y la motivación para la participación. Estas cuestiones se comentan a continuación.

La estructura de los sistemas políticos. Los resultados del presente estudio indican que existen importantes diferencias fundamentales entre el sistema de elecciones al Congreso de los Estados Unidos y los distintos sistemas parlamentarios de Europa, Japón y Canadá. La evolución de la estructura gubernamental de la Unión Europea requiere un estudio minucioso. Debido a la separación de los poderes a nivel federal en los Estados Unidos, el poder legislativo y sus comités se oponen, frecuentemente, al liderazgo y a la experiencia burocrática del poder ejecutivo, dando pie a la intervención política de los grupos de presión. El sistema de representación de distritos de miembro único en la Cámara de Diputados y en el Senado así como un sistema de partidos relativamente débil, permite a una red sofisticada de grupos de interés montar operaciones de presión dirigidas por profesionales, que presentan una combinación de apoyos, trabajadores voluntarios para campañas y aportaciones de dinero para publicidad y campañas.

El sistema político estadounidense no es comparable a los sistemas en vigor en Japón, Canadá y en los diferentes Estados miembros de la Unión Europea. Parece que el gobierno incipiente de la Unión Europea podría, al final, asemejarse al sistema estadounidense en varios aspectos esenciales. La Unión Europea está empezando a adoptar características federales, sobre todo desde la ratificación del Tratado de Maastricht. El Parlamento Europeo tiene sus raíces en la población y es elegido por distritos de miembro único, con un sistema débil de partidos políticos. Hace uso extensivo de los comités y está construyendo una estructura de personal profesional para apoyar la labor de sus comités. La Comisión Europea se

con la pretensión de tentar a los invitados con propuestas diversas, pero de atractivo desigual, para gestionar sus asuntos comunes» (Schmitter, 1997).

compone de un número igual de representantes de cada Estado miembro, todos nombrados por sus respectivos parlamentos nacionales. Este procedimiento es análogo al de nombramiento inicial de los senadores, establecido en la Constitución de EE.UU., donde no se ha procedido a la elección directa de los senadores hasta finales de los años 1920. Aunque la Constitución europea no prevé la elección de un presidente, el Tratado de Maastricht contiene una cláusula para la revisión de esta cuestión.

La evolución y el crecimiento de la Unión Europea brinda una oportunidad única de estudiar varios asuntos importantes. Es necesario entender cómo se organizan los grupos de presión para influir en la legislación y la política al nivel comunitario, especialmente teniendo en cuenta que los sistemas parlamentarios a nivel nacional no fomentan ningún sistema abierto de presión. Sería interesante observar el papel organizacional de los grupos de interés en la política electoral, en el supuesto de que se mantenga el sistema de distritos de miembro único para las elecciones al Parlamento Europeo. También podría ser útil ver si, posteriormente, se desarrolla o amplía un sistema de presión abierto o público a nivel de los parlamentos nacionales.

La influencia de la educación escolar. Como se ha podido apreciar, la evolución de la alfabetización científica cívica, la atención prestada a los temas de políticas científicas y tecnológicas así como la participación en la formulación de políticas públicas, están relacionados con la educación formal. El presente análisis revela que el número más elevado de americanos calificados como científicamente alfabetizados y atentos a temas de políticas científicas y tecnológicas, podría atribuirse al mayor porcentaje de estudiantes que continúan sus estudios después de la enseñanza secundaria, así como a la generalización de las exigencias de una educación generalista tanto en el ciclo secundario como en el ciclo superior. En toda Europa, existen excelentes oportunidades para estudios rigurosos acerca del impacto de la educación escolar en el conocimiento y en las actitudes ante la ciencia y la tecnología.

La influencia de la educación continua y extraescolar. Desde hace unos treinta años, en los principales países industrializados se están multiplicando las posibilidades de educación continua y extraescolar, especialmente en la forma de programas que permiten ampliar o actualizar los conocimientos científicos y tecnológicos de los ciudadanos. En el Japón y en toda Europa se están esforzando nuevamente para dar mayores oportunidades de educación superior a la población adulta. Siguiendo el ejemplo de la British Broadcasting Corporation, está creciendo constantemente la oferta de programas televisivos sobre ciencias en Europa, Estados

Unidos, Japón y Canadá. En todo el mundo industrializado, cada vez hay más libros y revistas científicas al alcance del público en general. Sería oportuno estudiar la relación de estos nuevos recursos con la escolarización obligatoria y la atención a temas científicos.

La atención a áreas temáticas. Habida cuenta de los cambios en los sistemas políticos y de las crecientes oportunidades de educación reglada y postescolar, parece útil analizar el despertar de la atención a áreas temáticas en los distintos países. Es posible que los sistemas legislativos que facilitan la actuación abierta de los grupos de presión favorezcan también una actividad más importante de los grupos de interés y una mayor atención del público a determinadas áreas temáticas. Esta posibilidad es una hipótesis susceptible de verificación empírica. Deberían realizarse en muchos sistemas políticos trabajos destinados a explorar los orígenes, la continuidad y el funcionamiento de la atención a áreas temáticas, especialmente la política.

La motivación para la participación. Deberían investigarse los factores asociados a la participación de los ciudadanos en los debates de política pública relacionados con la ciencia y la tecnología. En un sistema democrático, se supone que los ciudadanos interesados van a organizarse para influir en la política pública sobre un tema concreto y, de hecho, se viene observando este proceso desde hace décadas cuando se trata de temas que la gente considera que entiende, como por ejemplo los convenios colectivos. En cambio, las perspectivas de una participación significativa de los ciudadanos en la formulación de políticas públicas sobre temas científicos o tecnológicos, como la energía nuclear o la disminución de la capa de ozono, han resultado ser más problemáticas. Dado que el número y la complejidad de los temas de política pública relacionada con la ciencia y la tecnología van a ir en aumento durante el siglo XXI, la investigación deberá centrarse en las estructuras y los procesos capaces de facilitar y maximizar la participación del público en la resolución de cuestiones científicas y tecnológicas. Esta tarea deberá emprenderse a través de estudios comparativos de varios países, basados en una variedad apropiada tanto de estructuras como de procesos.

BIBLIOGRAFIA

Adler, Paul S. (Ed.). 1992. *Technology and the Future of Work*. Nueva York y Oxford: Oxford University Press.

Ahmann, Stanley, 1975. «The Exploration of Survival Levels of Achievement by Means of Assessment Techniques». *Reading and Career Education*. Newark, Del.: International Reading Association.

Almond, Gabriel A. 1950. *The American People and Foreign Policy*. Nueva York: Harcourt, Braca and Company.

Almond, Gabriel A. y Sidney Verba. 1963. *The Civic Culture*. Princeton: Princeton University Press.

— (Eds.). 1980. *The Civic Culture Revisited*. Boston: Little Brown and Company.

Barke, Richard. 1986. *Science, Technology, and Public Policy*. Washington: CQ Press.

Bauer, Martin, John Durant y Geoffrey Evans. 1994. «European Public Perception of Science». *International Journal of Public Opinion Research* 6.2: 163-86

Beck, Ulrich. 1994. *Risk Society. Towards a New Modernity*. London-Beverly Hills: Sage.

Bock, R.D. y M. Aitkin. 1982. «Marginal Maximum Likelihood Estimation of Item Parameters: Application of an EM-Algorithm». *Psychometrika* 46: 443-59.

Bock, R.D. y M.F. Zimowski, 1997. «Multiple-Group IRT». *Handbook of Modern Item-Response Theory* (W.J. van der Linden and R.K. Hambleton, eds.). Nueva York: Springer-Verlag.

Bollen, Kenneth A., y J. Scott Long. 1993. *Introduction to Testing Structural Equation Models*. London-Beverly Hills: Sage.

Bosso, Christopher J. 1987. *Pesticides and Politics: The Life Cycle of a Public Issue*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

Burke, James. 1978. *Connections*. Londres: Macmillan.

Carl, Everett, y Karlyn H. Bowman. 1996. *Public Opinion in America and Japan: How We See Each Other and Ourselves*. Washington, D.C. and Storrs, CT: American Enterprise Institute Press and Roper Center for Public Opinion Research.

Carmines, E.G., y J.P. McIver. 1981. «Analyzing Models with Unobserved Variables: Analysis of Covariance Structures». *Social Measurement: Current Issues*. London-Beverly Hills: Sage.

Carson, Rachel. 1962. *Silent Spring*. Nueva York: Houghton Mifflin.

Cervero, Ronald M. 1985. «Is a Common Definition of Adult Literacy Possible?» *Adult Education Quarterly* 36: 50-54.

Chipman, Susan F., Lorelei R. Brush y Donna M. Wilson (Eds.). 1985. *Women and Mathematics: Balancing the Equation*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

Converse, Jean M., y Howard Schuman. 1984. «The Manner of Inquiry: An Analysis of Questions from Across Organizations and Over Time». *Surveying Subjective Phenomena*. Nueva York: Russell Sage Foundation.

Cook, Wanda D. 1977. *Adult Literacy Education in the United States*. Newark, Del.: International Reading Association.

Copeland, Gary W., y Samuel C. Patterson. 1994. *Parliaments of the Modern World*. Ann Arbor: University of Michigan Press.

Costner, Herbert L. 1965. «Criteria for Measures of Association» *American Sociological Review* 30.3: 341-53.

Crowne, Douglas P., y David Marlowe. 1964. *The Approval Motive: Studies in Evaluative Dependence*. Nueva York: Wiley.

Davis, Robert C. 1958. *The Public Impact of Science in the Mass Media*. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Survey Research Center, Monografía N.º 25.

Dillman, Donald. 1978. *Mail and Telephone Surveys: The Total Design Method*. Nueva York: Wiley.

Dossey, John A. 1997. «National Indicators of Quantitative Literacy». *Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America* (Lynn Arthur Steen, ed.). Nueva York: College Entrance Examination Board.

Dreyfus, Hubert L., y Stuart E. Dreyfus. 1986. *Mind over Machine: The Power of Human Intuition and Expertise in the Era of the Computer*. Nueva York: Free Press.

Durant, John R., Geoffrey A. Evans y Geoffrey P. Thomas. 1989. «The Public Understanding of Science», *Nature* 340: 11-14.

Evans, Geoffrey A., y John R. Durant. 1995. «The Relationship Between Knowledge and Attitudes in the Public Understanding of Science in Britain», *Public Understanding of Science* 4: 57-74.

Fennema, Elizabeth, y Gilah C. Leder (Eds.). 1990. *Mathematics and Gender*. Nueva York: Teachers College Press.

Goodman, Leo A., y William H. Kruskal. 1954. «Measures of Association for Cross-Classifications», *Journal of the American Statistical Association* 49: 732-64.

Guthrie, John T., e Irvin S. Kirsch. 1984. «The Emergent Perspective on Literacy». *Phi Delta Kappan* 65: 351-355.

Harding, J. 1981. «Sex Differences in Science Examination». *The Missing Half*. Manchester: Manchester University Press.

Harman, David. 1970. «Illiteracy: An Overview», *Harvard Educational Review* 40: 226-30.

Hayduk, Leslie A. 1987. *Structural Equation Modeling with LISREL*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Hirschman, Albert, 1970. *Exit, Voice, and Loyalty*. Cambridge: Harvard University Press.

- Hughes, Marie A., y Dennis E. Garrett. 1990.** «Intercoder Reliability Estimation Approaches in Marketing: A Generalizability Theory Framework for Quantitative Data». *Journal of Marketing Research* 27: 185-195.
- Hughes, Thomas. 1989.** *American Genesis: A century of Innovation and Technological Enthusiasm, 1980-1970*. Nueva York: Viking.
- Jöreskog, Karl, y Dag Sörbom. 1988.** *LISREL 7*. Chicago: Scientific Software International.
- **1993.** *LISREL 8*. Chicago: Scientific Software International.
- Kaase, Max, y Kenneth Newton. 1995.** *Beliefs in Government*. Oxford: Oxford University Press.
- Kaestle, Carl F. 1985.** «The History of Literacy and the History of Readers». *Review of Research in Education*, vol. 12. Washington: American Education Research Association.
- Kim, Jae-on, y Mueller, C.W. 1978.** *Introduction to Factor Analysis: What It Is and How To Do It*. Beverly Hills: Sage.
- Labaw, Patricia J. 1980.** *Advanced Questionnaire Design*. Cambridge: Abt Books.
- Lane, Jan-Erik, y Svante O. Ersson. 1996.** *European Politics*. London-Beverly Hills: Sage.
- Lau, Richard R., y David O. Sears (Eds.). 1986.** *Political Cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lawler, Edward E. 1995.** *Creating High Performance Organizations: Practices and Results of Employee Involvement and Total Quality Management in Fortune 1000 Companies*. San Francisco: Jossey Bass.
- Lehmbruch, Gerhard, y Philippe C. Schmitter (Eds.). 1982.** *Patterns of Corporatist Policy-Making*. London-Beverly Hills: Sage.
- Levy-Leblond, Jean-Marc. 1992.** «About Misunderstandings and Misunderstandings», *Public Understanding of Science* 1: 17-21.
- Loehlin, John C. 1987.** *Latent Variable Models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Long, J. Scott. 1983. *Confirmatory Factor Analysis*. Beverly Hills: Sage.

Milburn, Michael A. 1991. *Persuasion and Politics: The Social Psychology of Public Opinion*. Pacific Grove: Brooks/Cole.

Miller, Jon D. 1983a. *The American People and Science Policy*. Nueva York: Pergamon Press.

— **1983b.** «Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review», *Daedalus* 112.2: 29-48.

— **1987a.** «Scientific Literacy in the United States». *Communicating Science to the Public*. Londres: Wiley.

— **1987b.** «The Challenger Accident and Public Opinion», *Space Policy* 3: 2: 122-140.

— **1989.** «Scientific Literacy». Ponencia dada en la junta anual de 1989 de la American Association for the Advancement of Science.

— **1995.** «Scientific Literacy for Effective Citizenship». *Science/Technology/Society as Reform in Science Education*. Nueva York: State University Press of New York.

— **1996.** «Public Understanding of Science and Technology in OECD Countries: A Comparative Analysis». Ponencia dada en la Conferencia de la OCDE sobre la Comprensión de la Ciencia por el Público en 1996, Tokyo, Japón.

Miller, Jon D., y Linda Kimmel. 1998. *Biomedical Communications*. Nueva York: Academic Press.

Miller, Jon D., y Linda K. Pifer. 1995. *The Public Understanding of Biomedical Sciences in the United States*. Informe Final para el National Institute of Health. Chicago: Chicago Academy of Sciences.

Miller, Jon D., Kenneth Prewitt, y Robert Pearson. 1980. «The Attitudes of the U.S. Public Toward Science and Technology». Informe presentado a la National Science Foundation por encargo N.º 8105662. DeKalb: Public Opinion Laboratory.

Minsky, Marvin. 1986. *The Society of Mind*. Nueva York: Simon and Schuster.

Mintz, Morton. 1965. *The Therapeutic Nightmare*. Nueva York: Houghton Mifflin.

- Montgomery, Andrew C., y Kathleen S. Crittenden. 1977.** «Improving Coding Reliability for Open-Ended Questions». *Public Opinion Quarterly* 41: 235-243.
- Morone, Joseph G., y Edward J. Woodhouse. 1989.** *The Demise of Nuclear Energy ?* New Haven: Yale University Press.
- Murphy, Richard R. 1975.** «Assessment of Adult Reading Competence». *Reading and Career Education*. Newark, Del.: International Reading Association.
- Nelkin, Dorothy. 1977.** *Technological Decisions and Democracy. European Experiments in Public Participation*. Beverly Hills: Sage.
- Northcutt, Norvell W. 1975.** «Functional Literacy for Adults». *Reading and Career Education*. Newark, Del.: International Reading Association.
- Oppenheim, A.N. 1996.** *Questionnaire Design and Attitude Measurement*. Nueva York: Basic Books.
- Ormerod, M.B. y D. Duckworth. 1975.** *Pupils' Attitudes to Science*. Windsor: NFER.
- Osterman, Paul. 1994.** «How Common is Workplace Transformation and Who Adopts it?» *Industrial and Labor Relations Review* 47: 173-190.
- Pardo, Rafael.** «Scientific-Technological Knowledge and the Legitimization of Science and Technology in Spain». *Science and Democracy* (J.D. Miller, ed.) (en preparación).
- Perreault, William D., y Laurence E. Leigh. 1989.** «Reliability of Nominal Data Based on Qualitative Judgements». *Journal of Marketing Research* 26: 135-148.
- Pick, Herbert L., Paulus van den Broek y David C. Knill (Eds.). 1992.** *Cognition: Conceptual and Methodological Issues*. Washington: American Psychological Association.
- Popkin, Samuel L. 1994.** *The Reasoning Voter*. Chicago: University of Chicago Press.
- Popper, Karl R. 1957.** *The Poverty of Historicism*. Boston: Beacon Press.

Popper, Karl R. 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Nueva York: Basic Books.

Putnam, Robert D. 1997. Introducción a John P. Robinson et al., *Time for Life*. University Park, Penn.: The Pennsylvania State University Press.

Resnick, Daniel P., y Lauren B. Resnik. 1977. «The Nature of Literacy: An Historical Exploration», *Harvard Educational Review* 47: 370-85.

Ressmeyer, Timothy J. 1994. *Attentiveness and Mobilization for Science Policy*. Tesis doctoral inédita, Northern Illinois University.

Rosenau, James. 1961. *Public Opinion and Foreign Policy: An Operational Formulation*. Nueva York: Random House.

— **1963.** *National Leadership and Foreign Policy: The Mobilization of Public Support*. Princeton: Princeton University Press.

— **1974.** *Citizenship Between Elections*. Nueva York: Free Press.

Rutherford y Algren. 1989. *Science for All Americans*. Washington: American Association for the Advancement of Science.

Schank, Roger. 1977. *Scripts, Plans, Goals, and Understanding*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

Schmitter, Philippe C. 1997. «The Emerging Europolity and Its Impact upon National Systems of Production», en J. Rogers Hollingsworth and Robert Boyer, *Contemporary Capitalism*. Cambridge: Cambridge University Press.

Shamos, Morris. 1995. *The Myth of Scientific Literacy*. New Brunswick: Rutgers University Press.

Shen, Benjamin. 1975. «Scientific Literacy and The Public Understanding of Sciences». *Communication of Scientific Information*.

Steen, Lynn Arthur (Eds.). 1997. *Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America*. Nueva York: College Entrance Examination Board.

Sternberg, Robert J. 1985. *Beyond IQ: A Triarchic Theory of Human Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press.

Sternberg, Robert J. 1988. «Intelligence». *The Psychology of Human Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.

Streeck, Wolfgang, y Philippe C. Schmitter (Eds.). 1985. *Private Interest Government: Beyond Market and State*. London-Beverly Hills: Sage.

Sudman, Seymour, y Norman M. Bradburn. 1982. *Asking Questions*. San Francisco: Jossey-Bass.

Teich, Albert H. (Ed.). 1990. *Technology and the Future*. Nueva York: St. Martin's Press.

Tobias, Shelia. 1978. *Overcoming Math Anxiety*. Boston: Houghton Mifflin.

[U.S.] National Science Board. 1988. *Science and Engineering Indicators-1987*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

— **1990.** *Science and Engineering Indicators-1989*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

— **1992.** *Science and Engineering Indicators-1991*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

— **1994.** *Science and Engineering Indicators-1993*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

— **1996.** *Science and Engineering Indicators-1995*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.

Verba, Sidney, y Norman H. Nie. 1972. *Participation in America: Political Democracy and Social Equality*. Nueva York: Harper and Row.

Verba, Sidney, Norman H. Nie, y Jae-on Kim. 1978. *Participation and Political Equality: A Seven-nation Comparison*. Cambridge: Cambridge University Press.

Verba, Sidney, Kay L. Schlozman, y Henry E. Brady. 1995. *Voice and Equality: Civic Voluntarism in American Politics*. Cambridge: Harvard University Press.

Weis, Lois (Ed.). 1988. *Class, Race, and Gender in American Education*. Albany: State University of New York Press.

Wheaton, B.B., D. Alwin Muthen, y G. Summers. 1977. «Assessing Reliability and Stability in Panel Models». *Sociological Methodology*. San Francisco: Jossey-Bass.

Winograd, Terry, y Paul S. Adler (Eds.). 1992. *Usability: Turning Technologies into Tools*. Nueva York: Oxford University Press.

Zadeh, Lofty Asker. 1987. *Fuzzy Sets and Applications* (R.R. Yager et al., eds.) Nueva York: Wiley.

ANEXO A

ANALISIS FACTORIAL CONFIRMATORIO

El principio básico de todo análisis factorial es que existen conceptos de interés para los investigadores que no pueden ser observados directamente. Por ejemplo, los psicólogos sociales están de acuerdo en que cada individuo tiene una actitud ante sí mismo que podríamos llamar «autoestima». Se trata de una actitud general imposible de evaluar con una pregunta única como las que se utilizan para medir la altura o el peso. Otro ejemplo sería que al tratar de diseñar una medida de la capacidad de una persona para resolver problemas es deseable utilizar una prueba con varios problemas algebraicos, en lugar de utilizar uno solo. Los conceptos subyacentes tales como autoestima o aptitud algebraica son normalmente considerados como variables latentes o factores.

No se pueden medir las variables latentes directamente, pero es posible obtener información sobre las mismas al estudiar sus efectos sobre variables observadas (Kim y Mueller, 1978; Long, 1983). Las variables latentes, o factores, son responsables de la covariación de las variables observadas. Cada indicador, o variable observada, de un análisis factorial es función de una o varias construcciones latentes no medidas y un error único o término perturbador (Blalock, 1971). En el caso de la investigación por encuesta, las respuestas a cada pregunta constituyen las variables observadas, o indicadores, mientras que conceptos tales como alfabetización científica y actitudes ante las promesas de la ciencia, por ejemplo, representan las variables latentes.

El término genérico «análisis factorial» engloba dos tipos diferentes de análisis: el análisis factorial *exploratorio* y el análisis factorial *confirmatorio*. Los análisis factoriales realizados con programas estadísticos tales como el SPSS, son ejemplos representativos de

análisis factoriales exploratorios. El análisis factorial exploratorio se corresponde con la noción que la mayor parte de la gente tiene del «análisis factorial» cuando ningún adjetivo califica al término (Loehlin, 1987). En cambio, el análisis factorial confirmatorio se ajusta a una teoría.

En el análisis factorial exploratorio, generalmente se distinguen dos tipos de análisis: el análisis de *componentes principales* y el análisis factorial *común*. Normalmente se utiliza el primer tipo para reducir el número de variables, suponiendo que toda la variabilidad de un elemento debe ser utilizada en el análisis. El segundo tipo —el análisis factorial común— tiene por objeto la detección de estructuras en los datos mediante el uso de la variabilidad compartida por las variables. Se puede utilizar el análisis factorial exploratorio como «una forma rápida de evaluar el número mínimo de factores hipotéticos que pueden explicar la covariación observada y un medio de exploración de los datos con vistas a una posible reducción de los datos». El análisis factorial exploratorio no está basado en una teoría previa, sino que resulta a menudo un medio para generar modelos o hipótesis (Kim y Mueller, 1978; Jöreskog y Sörbom, 1993).

En el análisis factorial confirmatorio, el investigador desarrolla un modelo para explicar la relación entre las variables observadas y las construcciones latentes. Este modelo se basa en teorías o hipótesis previas. Se realizan varias medidas de ajuste para determinar hasta qué punto el modelo representa correctamente las relaciones observadas con los datos reales (Loehlin, 1987; Jöreskog y Sörbom, 1993). LISREL, EQS, LISCOMP son algunos de los programas estadísticos que se suelen utilizar para la realización de los análisis de factores confirmatorios.

En un análisis factorial exploratorio, todos los factores latentes están o bien correlacionados (caso de una rotación diagonal) o no correlacionados (caso de una rotación ortogonal). El investigador no puede especificar que algunas construcciones latentes están correlacionadas y otras no lo están. En el análisis factorial confirmatorio, el investigador especifica exactamente cuáles son las construcciones latentes que supuestamente están correlacionadas, y limita aquellas variables latentes que se consideren no estar correlacionadas (Long, 1983).

En el análisis factorial exploratorio, se supone que todas las variables observadas están directamente influidas por todas las variables latentes, independientemente de que este supuesto se encuentre o no bien fundamentado. El análisis factorial confirmatorio requiere del investigador que especifique la relación

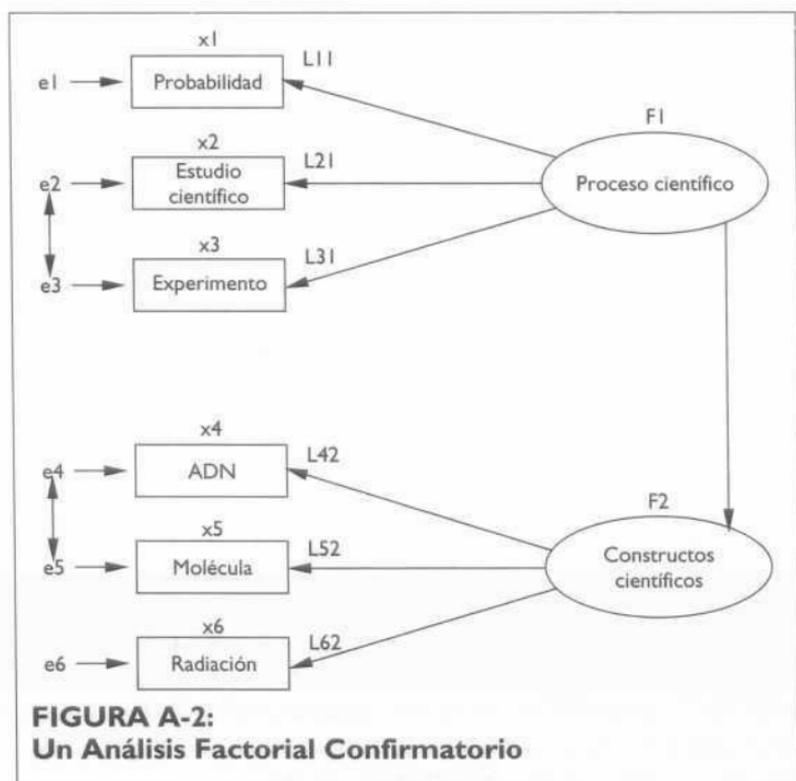
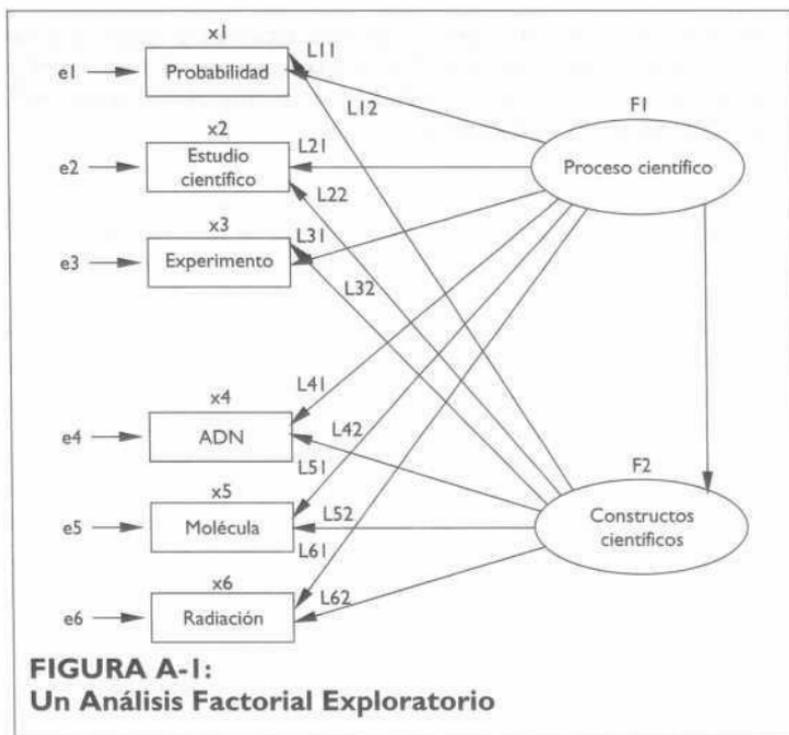
precisa entre todas las construcciones latentes y todas las variables observadas. Basándose en teorías previas, el investigador determina si hay una sola variable latente que afecta a un indicador concreto o más de una.

Se considera que los factores únicos (o errores de medición) no están correlacionados en el análisis factorial exploratorio, aun cuando se apliquen las mismas técnicas de medición. En un análisis factorial confirmatorio, el investigador puede especificar que algunos factores únicos están correlacionados a la vez que deja otros para que no estén correlacionados. Esta opción resulta muy útil en las investigaciones por encuesta donde se emplea el mismo formato de pregunta para medir una serie completa de variables. En estas circunstancias, permitir la correlación de factores únicos puede ser un supuesto razonable.

La representación gráfica de un ejemplo de análisis factorial exploratorio y de un ejemplo de análisis factorial confirmatorio, permitirá ilustrar las diferencias existentes entre esas dos técnicas. Los ejemplos hipotéticos descritos en las Figuras A-1 y A-2 incluyen seis variables de partida idénticas: probabilidad, estudio científico, experimento, ADN, molécula y radiación. Los dos ejemplos también tienen las dos mismas construcciones subyacentes o factores: proceso científico y conceptos científicos.

En el caso del análisis factorial exploratorio (Figura A-1), las flechas unen ambos factores latentes a cada una de las variables observadas en el diagrama, e ilustran el principio del análisis factorial exploratorio según el cual todas las variables observadas están directamente influenciadas por todas las construcciones latentes. En nuestro ejemplo, una pregunta sobre el ADN no sólo sería un indicador del conocimiento de los conceptos científicos, sino que también sería un indicador de la comprensión del proceso científico. Tal supuesto se hace «independientemente de la aplicabilidad efectiva», incluso en el caso de una rotación ortogonal donde se supone que las dos construcciones latentes no están correlacionadas (Long, 1983).

En cambio, el modelo de análisis factorial confirmatorio (véase la Figura A-2) se basa en la hipótesis previa de que las preguntas acerca del estudio científico, el experimento y la probabilidad son indicadores de la comprensión del proceso científico, pero pueden no guardar relación alguna con la comprensión de conceptos científicos. Si la pregunta se refiriera al ADN, la molécula y la radiación aparecerían en la figura como indicadores del conocimiento de conceptos científicos, y podrían no tener ninguna relación con la comprensión del proceso científico.



Mientras que en el análisis factorial exploratorio se supone que todos los factores únicos no están correlacionados, el análisis factorial confirmatorio permite que el investigador especifique las correlaciones entre estos factores únicos. En el ejemplo hipotético de la Figura A-2, el investigador especificó que debiera permitirse la correlación de los factores únicos (o errores de medición) entre el estudio científico y el experimento, tal como lo indica la doble flecha entre e_2 y e_3 en la Figura 2-A. Asimismo, se permitió que los términos perturbadores se correlacionasen entre e_4 y e_5 —ADN y molécula.

Una de las ventajas del análisis factorial confirmatorio es que se pueden realizar pruebas estadísticas para determinar si los datos utilizados en el análisis son consistentes con los supuestos en los que se basa el modelo. Bollen y Long (1993) proporcionan amplia información sobre el desarrollo de varias medidas estadísticas de ajuste para modelos de ecuaciones estructurales (y, por extensión, para los análisis factoriales confirmatorios). Sus puntos de acuerdo acerca del ajuste de modelos han sido utilizados como referencia para la realización de los análisis de factores confirmatorios en el marco de este estudio. Estos puntos son:

- El modelo debe ser consistente con la teoría en que se apoya.
- Deben utilizarse medidas múltiples para evaluar el ajuste del modelo.
- Las componentes del modelo, tales como la magnitud de las estimaciones de coeficientes y el signo de estas estimaciones, deben tener sentido.

Se han utilizado medidas múltiples para evaluar el ajuste de todos los modelos presentados en este informe. El error medio cuadrático de aproximación (RMSEA) es una medida de la discrepancia por grado de libertad. Valores iguales o inferiores a 0,05 indican un ajuste cerrado. Por lo general, se recomienda que el intervalo de confianza del 90 % para el RMSEA sea inferior a 0,08 (Jöreskog y Sörbom, 1993). Jöreskog y Sörbom (1988) recomiendan el uso del chi-cuadrado como medida de la bondad del ajuste. Un chi-cuadrado con un valor elevado reflejaría un mal ajuste, mientras que un chi-cuadrado con un valor pequeño indicaría un buen ajuste. Sin embargo, la medida del chi-cuadrado es muy sensible a los grandes tamaños muestrales. Por ello, Jöreskog y Sörbom (1988) aconsejan que se divida la medida por el total de grados de libertad cuando se estudien grandes tamaños muestrales. Wheaton, Muthén, Alwin y Summers (1977) proponen un ratio de chi cuadrado a los grados de libertad igual o inferior a cinco, mientras que

Carmines y McIver (1981) recomiendan un ratio más estricto de entre dos y tres.

En el análisis factorial confirmatorio llevado a cabo para esta monografía, una gran parte de las variables eran de tipo ordinal. Si se utilizan para producir una covarianza simple o matriz de correlaciones, las variables ordinales pueden provocar estimaciones distorsionadas de los parámetros, medidas de chi-cuadrado erróneas y errores típicos incorrectos. Por consiguiente, mediante el PRELIS2, los datos de partida se transformaron en una matriz de correlaciones policóricas y poliseriales junto con una matriz de covarianzas asintótica. A continuación, se estimaron estas matrices con el método WLS de LISREL (Jöreskog y Sörbom, 1993).

ANEXO B

MODELOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES

La investigación en las ciencias sociales y en las ciencias del comportamiento se ocupa de dos grandes problemas: la medición y las relaciones causales (Jöreskog y Sörbom, 1993).

El primer problema se refiere a las propiedades de medición –validez y fiabilidad– de los instrumentos de medida. El segundo problema se refiere a las relaciones causales entre las variables y su relativo poder explicativo.

La modelización de ecuaciones estructurales engloba ambos problemas de la investigación en ciencias sociales: la medición y las relaciones causales. Los debates acerca de las propiedades de medición tienen lugar en otras fases de la investigación (Hayduk, 1987). Este autor, al referirse al LISREL –el primer programa informático de modelización de ecuaciones estructurales–, hace notar que:

LISREL integra los problemas de medición y la modelización de ecuaciones estructurales al incorporar tanto conceptos teóricos latentes como variables observadas o medidas de los indicadores, en un modelo único de ecuaciones estructurales. Además, se puede incorporar información sobre la precisión metodológica del proceso de recogida de datos y la calidad de los distintos elementos del cuestionario (instrumentos de medida) directamente en los modelos LISREL, especificando (fijando) un porcentaje específico de la varianza en un indicador como error de la varianza.

La modelización de ecuaciones estructurales consta básicamente de dos elementos: el modelo de medición y el modelo de ecua-

ciones estructurales. La medición se utiliza para especificar «cómo se miden las variables latentes o construcciones hipotéticas en términos de variables observadas, y describe las propiedades de medición (validez y fiabilidad) de las variables observadas» (Jöreskog y Sörbom, 1988). Loehlin (1987) describió el modelo de medida como una variante del análisis factorial confirmatorio ¹⁶. El modelo de ecuaciones estructurales «especifica las relaciones causales entre las variables latentes y describe los efectos causales y la cantidad de varianza no explicada» (Jöreskog y Sörbom, 1988).

En términos generales, un modelo de ecuaciones estructurales es un conjunto de ecuaciones que proporciona una estimación para un conjunto de relaciones entre algunas variables independientes y una o varias variables dependientes. La modelización de ecuaciones estructurales:

estima los coeficientes no conocidos mediante un conjunto de ecuaciones estructurales lineales. Las variables del sistema de ecuaciones pueden ser variables observadas directamente o bien variables (teóricas) latentes no observadas, pero que están relacionadas con las variables observadas. El modelo da por supuesto que existe una estructura «causal» en un grupo de variables latentes y que las variables observadas son indicadores o síntomas de las variables latentes (Jöreskog y Sörbom, 1988).

Lo expuesto arriba puede parecerse a un análisis de regresión que proporciona estimaciones de la relación entre una serie de variables independientes y una variable dependiente. Sin embargo, existen tres situaciones en las que debieran emplearse los modelos de ecuaciones estructurales, porque los parámetros de regresión no dan la información adecuada. Son:

- 1) cuando las variables observadas contienen un error de medición;
- 2) cuando las variables observadas son interdependientes; y
- 3) cuando se han omitido importantes variables explicativas o éstas no han sido incluidas en el modelo.

Estas tres situaciones ocurren de forma rutinaria en las investigaciones en ciencias sociales y del comportamiento.

La modelización de ecuaciones estructurales es una técnica analítica dirigida por la teoría. El analista desarrolla un modelo hipoté-

¹⁶ Véase una exposición más detallada acerca del modelo de medida o análisis factorial confirmatorio en el Anexo A.

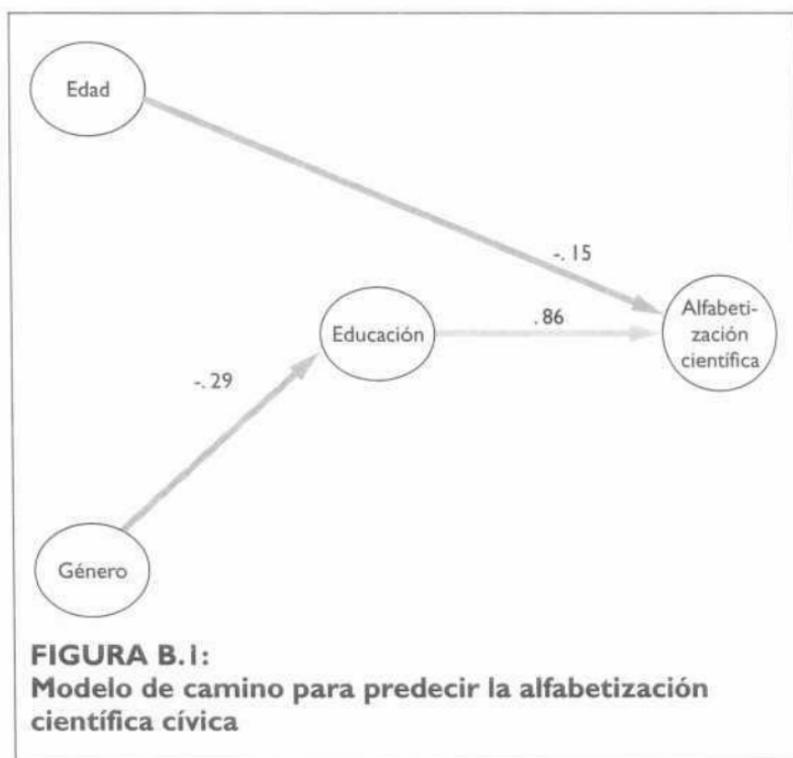
tico, especificando las relaciones previstas entre una serie de construcciones en base a una teoría. A continuación, se somete a prueba el modelo teórico con datos reales. Existe un gran número de paquetes informáticos estadísticos que permiten la modelización de ecuaciones estructurales. Son, entre otros, LISREL, EQS, AMOS, CALIS y LISCOMP. Cada uno de ellos ofrece al analista medidas de la bondad del ajuste que le permitirán determinar si el modelo que ha teorizado se *ajusta* a los datos.

Si el modelo no se ajusta a los datos, el analista puede utilizar una variedad de medidas para determinar la forma de cambiar el modelo para que se ajuste mejor a los datos. Jöreskog y Sörbom (1993) advierten que:

Aunque el modelo se *ajuste* a los datos, esto no significa que se trate del *modelo «correcto» ni tampoco del «mejor» modelo*. De hecho, puede haber muchos modelos *equivalentes* que, sometidos a una medida de bondad de ajuste, se ajusten todos ellos igualmente bien a los datos. Lo anterior vale tanto para un conjunto de datos en particular como para cualquier conjunto de datos. En ningún caso, los datos permiten definir la dirección causal ni la ordenación causal de las variables. Para concluir que el modelo ajustado es el *«mejor»*, el analista debe poder excluir a cualquier otro modelo equivalente por razones lógicas o sustantivas.

Jöreskog y Sörbom (1993) distinguen tres métodos diferentes de comprobación del modelo dentro del proceso de modelización de ecuaciones estructurales: (1) prueba estrictamente confirmatoria; (2) prueba con modelos alternativos o competitivos; y (3) la generación de modelos. En el caso de pruebas estrictamente confirmatorias, el investigador desarrolla un modelo en base a su teoría, prueba el modelo con los datos empíricos y acepta o descarta el modelo en función del resultado de esta prueba. En una situación de prueba con modelos alternativos o competitivos, el analista idea y somete a prueba una serie de modelos y selecciona el modelo que mejor se ajusta a los datos. Finalmente, el método más frecuentemente empleado es la generación de modelos. En este último caso, el analista diseña un modelo inicial basado en una teoría y lo contrasta con datos empíricos. Si el modelo no se ajusta a los datos, el analista lo cambia y vuelve a realizar pruebas con los mismos datos. La generación de modelos puede tener por objeto «buscar un modelo que no sólo se ajuste bien a los datos desde el punto de vista estadístico, sino que también se caracterice porque permite dar a cada parámetro del modelo una interpretación sustantivamente significativa» (Jöreskog y Sörbom, 1993).

La Figura B-1 ilustra el modelo de camino utilizado para predecir la alfabetización científica cívica en los Estados Unidos. El modelo arranca con dos factores básicos de antecedentes o *exógenos*. El género y la edad de cada entrevistado fueron considerados como cronológica y lógicamente anteriores al nivel actual de alfabetización científica de cada individuo. Ello no implica, sin embargo, que el género o la edad causen diferencias en el nivel de alfabetización científica de un individuo, sino que existe una asociación de estas variables con la alfabetización científica. Una tarea del análisis de ecuaciones estructurales consiste en identificar las variables intervinientes (de control) que den cuenta de, o expliquen, las correlaciones bivariantes entre las variables exógenas, como pueden ser el género y la edad, y las medidas de resultado, tales como la alfabetización científica.



Una de las variables de control —el nivel de estudios del entrevistado— fue introducida en el modelo entre las variables antecedentes (*exógenas*) y la alfabetización científica, ya que podía contribuir a explicar las relaciones entre las variables antecedentes tales como el género y la edad y las variables de resultado tales como la alfabetización científica.

Los números situados encima de las flechas corresponden a los coeficientes beta típicos (estandarizados) de las trayectorias. Se

utilizan coeficientes beta típicos para facilitar la comparación de los efectos relativos de todos los factores del modelo. Todos los coeficientes beta indicados son significativos en el nivel 0,05. Los coeficientes beta típicos pueden oscilar entre $-1,0$ y $+1,0$ siendo los valores próximos a cero indicadores de caminos (paths) pequeños, y los más próximos a $-1,0$ ó $+1,0$ representativos de caminos grandes.

La flecha situada a la izquierda, que asocia «edad» con «educación», indica que la edad ejerce un efecto sobre el nivel de estudios del entrevistado. El número situado al lado de la flecha ($-0,29$) indica la importancia y el signo de este efecto. El signo negativo ($-$) significa que los entrevistados más jóvenes suelen tener niveles de estudios superiores a los mayores. Por otra parte, no hay ninguna flecha entre «género» y «educación», lo que significa que, si se tiene en cuenta la edad, no existe ninguna relación entre el género y el nivel de estudios.

En los modelos de ecuaciones estructurales, lo que nos interesa son los efectos de las variables antecedentes (o exógenas) y las variables de control sobre los factores resultantes, tales como la alfabetización científica cívica. Los *efectos totales* de las variables seleccionadas sobre distintos factores resultantes han sido comentados en esta monografía. Los *efectos totales* se componen de efectos *explicados* (o indirectos) y efectos *residuales* (o directos). La Tabla B-I muestra los efectos totales, explicados y residuales, del género, de la edad y de la educación en la alfabetización científica cívica en los Estados Unidos. Se producen efectos explicados cuando unas variables de control explican todo o parte de la relación entre las variables antecedentes y las variables resultantes. Los efectos residuales están representados mediante caminos desde cualquiera de las variables antecedentes o de control hacia la variable resultante. La Figura B-I relativa a la alfabetización científica en los Estados Unidos explica las diferencias en estos efectos.

De hecho, no hay ningún camino que una directamente «edad» y «alfabetización científica», lo cual indica que la edad no tiene efectos residuales o directos en la alfabetización científica. Un análisis de otros caminos permite obtener un efecto explicado. Existe un camino con un coeficiente de $-0,29$ desde la «edad» hasta la «educación». Asimismo, hay un camino desde la «educación» hasta la «alfabetización científica», con valor de $0,86$. Estos dos caminos significan que el nivel de estudios explica o interviene en la relación entre la edad del encuestado y su nivel de alfabetización científica. Al multiplicar el coeficiente de camino de $-0,29$ por el coeficiente de camino de $0,86$ se consigue un valor de $-0,25$, que es el valor del efecto explicado o indirecto de la edad en la

TABLA B.1
Efectos explicados, residuales y totales de la edad, educación y género en la predicción de la alfabetización científica de los ciudadanos de los Estados Unidos

Variable	Efectos		
	Explicados (Indirectos)	Residuales (Directos)	Totales
Género (el femenino es positivo)	0,00	-0,15	-0,15
Edad	-0,25	0,00	-0,25
Nivel de estudios	-	0,86	0,86

alfabetización científica. Los efectos totales de la edad en la alfabetización científica se calculan sumando los efectos residuales de la edad (0,00) con los efectos explicados de la edad (-0,25).

En este ejemplo, el género tiene un efecto residual de -0,15 en la alfabetización científica cívica, como lo muestra la flecha de unión entre el género y la alfabetización científica en la Figura B-1. Este tipo de efectos residuales sugieren que, en el modelo, se han omitido otros factores explicativos potenciales. No existe ningún camino entre «género» y «educación», lo que significa que el género no tiene ningún efecto explicado o indirecto en la alfabetización científica, de suerte que el valor de los efectos explicados del género en la alfabetización científica es 0,00 (véase la Tabla B-1). Los efectos totales del género en la alfabetización científica se determinan, pues, añadiendo los efectos residuales del género (-0,15) a los efectos explicados del género (0,00).

En la última fila de la Tabla B-1 se encuentran los valores de los efectos explicados, residuales y totales del nivel de estudios en la alfabetización científica. Dado que no se incluyó ninguna variable interviniente en este modelo entre el nivel de estudios y la alfabetización científica, el nivel de estudios lógicamente no puede tener efectos explicados (o indirectos) en la alfabetización científica, situación que se traduce mediante un guión.

La Fundación BBV nació en 1989 como expresión de la voluntad del Grupo Banco Bilbao Vizcaya de complementar una rigurosa e innovadora estrategia económica y financiera con el ejercicio de una función de responsabilidad social, comprometida con la mejora del entorno a través de la creación científica, el fomento del diálogo y el pluralismo y la difusión cultural.

La Fundación BBV desarrolla su plan estratégico a través de grandes áreas temáticas y de proyectos singulares. Las principales áreas se corresponden con los siguientes Centros de la Fundación: Economía Pública, Estudios Bancarios, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Cátedra Fundación BBV, y Centro Interculturales. Las líneas de actividad incluyen el diseño y desarrollo de proyectos de investigación y la realización de encuentros y debates, así como la colaboración con los centros públicos de enseñanza superior y el intercambio del personal investigador español con universidades y centros extranjeros de excelencia. Entre los principios básicos orientadores de las actividades de la Fundación destacan especialmente tres: el fomento de perspectivas multidisciplinares para el tratamiento de problemas complejos; la aplicación de una perspectiva analítica comparada, con particular atención al espacio europeo; y el acercamiento del ámbito de la toma de decisiones en los sectores privado y público, con el de las instituciones especializadas en la creación científica y la reflexión.

La Fundación BBV mantiene el compromiso de dar a conocer a la sociedad los resultados alcanzados en el marco de sus proyectos y actividades.

Documenta, centro editorial de la Fundación, tiene como misión la edición de las publicaciones derivadas de las actuaciones de la Fundación BBV.



FUNDACION BBV

La presente monografía se basa en una investigación realizada conjuntamente por la Fundación BBV y la Chicago Academy of Sciences, y es el primer estudio comparativo sistemático del conocimiento, imágenes y actitudes que las poblaciones de Europa, Japón, Estados Unidos y Canadá tienen en relación con la ciencia. El estudio se centra en el desarrollo de un conjunto de indicadores que permiten explorar las relaciones existentes entre el interés por los temas científicos, el nivel de comprensión de las dimensiones substantivas y metodológicas de la ciencia, y los esquemas de actitudes hacia la ciencia y la tecnología. El análisis ha permitido formular diversas hipótesis acerca del papel del público en las frecuentes controversias en torno a la ciencia y la tecnología. Sin embargo, este estudio no se limita a un análisis descriptivo de datos, ya que, gracias al uso de técnicas estadísticas complejas como son el análisis factorial confirmatorio y los modelos de ecuaciones estructurales, se revela la estructura de los datos y se proponen modelos explicativos. Estas tareas, en opinión de los autores, deberían conformar una nueva serie de estudios comparativos sobre cultura científica en las sociedades más avanzadas.

ISBN 84-95163-03-9



9

788495

163035



PERCIPIONES PÚBLICAS SOBRE LA EFICIENCIA Y LA INTEGRIDAD DE LA FUNDAZIONE BENEVOLENTI