

# LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA

*Claves para  
la cultura científica*

Ana Muñoz van den Eynde  
y Emilia H. Lopera Pareja (coords.)



**ANA MUÑOZ VAN DEN EYNDE**

DOCTORA EN FILOSOFÍA POR LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO. LICENCIADA EN PSICOLOGÍA Y DIPLOMA DE ESTUDIOS AVANZADOS EN METODOLOGÍA DE LAS CIENCIAS DEL COMPORTAMIENTO. ES INVESTIGADORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN CULTURA CIENTÍFICA DEL CIEMAT.

**BELÉN LASPRA**

LICENCIADA EN FILOSOFÍA POR LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO Y MÁSTER EN ESTUDIOS SOCIALES DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA. ES COLABORADORA HONORÍFICA EN EL DEPARTAMENTO DE FILOSOFÍA DE LA UNIVERSIDAD DE OVIEDO.

**EMILIO MUÑOZ RUIZ**

PROFESOR DE INVESTIGACIÓN "AD HONOREM" DEL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC) EN EL INSTITUTO DE FILOSOFÍA. ES PRESIDENTE DEL CONSEJO CIENTÍFICO DE ASEBIO Y DIRECTOR DE LA UNIDAD DE EMPRENDIMIENTO SOCIAL. ÉTICA Y VALORES EN LA INGENIERÍA DE LA ETSI DE MINAS Y ENERGÍA DE LA UPM.

**EMILIA H. LOPERA PAREJA**

DOCTORA EN COMUNICACIÓN POR LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA Y LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN. RAMA PERIODISMO. POR LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. ES INVESTIGADORA EN LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN EN CULTURA CIENTÍFICA DEL CIEMAT.

**ANA GARCÍA LASO**

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES POR LA ETS DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN DE LA UPM. ACREDITADA POR EL *ACCREDITATION BOARD FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY*. Y MÁSTER EN TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO HUMANO Y LA COOPERACIÓN DE LA UPM. ES RESPONSABLE DEL GABINETE DE COMUNICACIÓN DE LA ESCUELA DE MINAS Y ENERGÍA DE ESTA UNIVERSIDAD.

**DOMINGO ALFONSO MARTÍN SÁNCHEZ**

DOCTOR EN CIENCIAS GEOLÓGICAS Y MINERAS Y PROFESOR TITULAR EN EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOLÓGICA DE LA ETS DE INGENIERÍA DE MINAS Y ENERGÍA DE LA UPM. ES ADJUNTO A LA DIRECCIÓN PARA ASUNTOS ECONÓMICOS E INFRAESTRUCTURAS DE ESTA UNIVERSIDAD Y OSTENTA LA RESPONSABILIDAD ACADÉMICA DE LA UNIDAD DE EMPRENDIMIENTO SOCIAL. ÉTICA Y VALORES EN LA INGENIERÍA (UESEVI) EN LA ETSI DE MINAS Y ENERGÍA.

**CAROLINA MORENO**

CATEDRÁTICA DE PERIODISMO DE LA UNIVERSITAT DE VALÈNCIA. DESDE QUE INICIÓ SU CARRERA COMO INVESTIGADORA HA TRABAJADO EN DOS ESCENARIOS. EN EL ANÁLISIS DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN SOCIAL Y EN LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA.

**FRANCISCO JAVIER GÓMEZ GONZÁLEZ**

DOCTOR EN SOCIOLOGÍA POR LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. MÁSTER EN CONSULTORÍA DE PROCESOS ORGANIZATIVOS Y LICENCIADO EN SOCIOLOGÍA Y EN GEOGRAFÍA. TRABAJA COMO PROFESOR CONTRATADO DOCTOR EN LA FACULTAD DE COMERCIO DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.

**CRISTINA DURLAN**

LICENCIADA EN ECONOMÍA POR LA ACADEMIA DE ESTUDIOS ECONÓMICOS DE BUCAREST Y MÁSTER EN ECONOMÍA, DERECHO Y GESTIÓN DE LA UNIVERSITÉ D'ORLÈANS. PERTENECE AL GRUPO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIAL DE LA TECNOLOGÍA.

**SANTIAGO CÁCERES GÓMEZ**

PROFESOR DEL DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.

**GUILLELMO ALEXAINDRE MENDIZÁBAL**

LICENCIADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES. DOCTOR EN ECONOMÍA POR LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID Y DIPLOMADO EN INFORMÁTICA. TRABAJA COMO PROFESOR CONTRATADO DOCTOR EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD DE VALLADOLID.

Ana Muñoz van den Eynde  
y Emilia H. Lopera Pareja (coords.)

# La percepción social de la ciencia

CLAVES PARA LA CULTURA CIENTÍFICA



INTRODUCCIÓN 9

Ana Muñoz van den Eynde y Emilia H. Lopera Pareja

CAPÍTULO 1. DE LAS MEDIDAS DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA  
A LAS MEDIDAS DE CULTURA CIENTÍFICA 25

Belén Laspra

CAPÍTULO 2. REFLEXIÓN COGNITIVA. IMPLICACIONES PARA LA VALIDEZ  
DE LAS ENCUESTAS DE PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA 47

Ana Muñoz van den Eynde

CAPÍTULO 3. CONOCIMIENTO, CONFIANZA Y COMPROMISO.  
A VUELTAS CON EL MODELO DEL DÉFICIT 80

Ana Muñoz van den Eynde

CAPÍTULO 4. LAS ESPECIALIDADES CIENTÍFICAS COMO SISTEMAS CULTURALES:  
DIFERENCIAS EN LAS ACTITUDES ANTE LA CIENCIA Y LA INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS 111

Francisco Javier Gómez González y Cristina Durlan

© ANA MUÑOZ VAN DEN EYNDE, BELÉN LASPRA, EMILIO MUÑOZ RUIZ,  
EMILIA H. LOPERA PAREJA, ANA GARCÍA LASO, DOMINGO ALFONSO  
MARTÍN SÁNCHEZ, CAROLINA MORENO, FRANCISCO JAVIER GÓMEZ  
GONZÁLEZ, CRISTINA DURLAN, SANTIAGO CÁCERES GÓMEZ Y  
GUILLERMO ALEXANDRE MENDIZÁBAL, 2014

© LOS LIBROS DE LA CATARATA, 2014  
FUENCARRAL, 70  
28004 MADRID  
TEL. 91 532 05 04  
FAX. 91 532 43 34  
WWW.CATARATA.ORG

LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA.  
CLAVES PARA LA CULTURA CIENTÍFICA

ISBN: 978-84-8319-963-3  
DEPÓSITO LEGAL: M-31.475-2014  
IBIC: PDR

ESTE LIBRO HA SIDO EDITADO PARA SER DISTRIBUIDO. LA INTENCIÓN  
DE LOS EDITORES ES QUE SEA UTILIZADO LO MÁS AMPLIAMENTE  
POSIBLE, QUE SEAN ADQUIRIDOS ORIGINALES PARA PERMITIR LA  
EDICIÓN DE OTROS NUEVOS Y QUE, DE PERRODUCIR PARTES, SE HAGA

### 1. A FALTA DE UNA TEORÍA DE LA CULTURA CIENTÍFICA

El jueves 5 de julio de 2012, Stephen Hawking comunicó que había perdido 100 dólares. Había apostado contra Gordon Kane que el bosón de Higgs nunca sería encontrado<sup>1</sup>. El día antes los científicos del CERN daban el anuncio de su hallazgo. El 8 de octubre de 2013, Peter Higgs y François Englert fueron galardonados con el Premio Nobel de Física por "el descubrimiento teórico de un mecanismo que contribuye a nuestro entendimiento del origen de la masa de las partículas subatómicas". El Gran Colisionador de Hadrones (LHC, por sus siglas en inglés) del CERN permitió la confirmación de la predicha partícula<sup>2</sup>. Cientos de universidades involucradas, más de 2.000 físicos ilusionados, millones de euros invertidos. Su mera existencia es un símbolo del triunfo de la ciencia. En la calle la gente hablaba del bosón de Higgs, de la partícula de Dios, del origen del mundo y de la posibilidad de que la puesta en marcha del LHC provocara un agujero negro en Francia.

La cultura científica existe. Es un concepto que se ha ido modulando y construyendo con el tiempo. Como tal, no podemos verlo, olerlo, oírlo ni escucharlo, no podemos señalarlo con el índice y decir *eso es la cultura científica*. Esta ausencia de correlación con la realidad es algo con lo que hemos

de lidiar aquellos que nos dedicamos a su estudio. Pero sí podemos, inspirados en Higgs, desarrollar un mecanismo que nos permita detectar y medir su presencia en los individuos y en las sociedades, aunque no recibamos el Nobel de Filosofía. Tampoco disponemos de un marco teórico compartido, como han apuntado, por ejemplo, Quintanilla *et al.* (2011: 138): "Un problema ampliamente reconocido por los expertos reside, sin embargo, en que no se dispone de un marco conceptual preciso sobre el campo que se quiere medir (una teoría de la cultura científica y tecnológica) y, por lo tanto, tampoco está siempre clara la interpretación que se debe dar a los resultados que se obtienen de las encuestas". En realidad, ni siquiera hay consenso en la nomenclatura. En 2009, Bruce Lewenstein comenzaba su presentación en el *Workshop on New Views and Challenges in Science Communication and the Promotion of Scientific Culture*, celebrado en Valencia, reflexionando sobre las modulaciones del término *cultura científica*:

Suelo hablar de "*public understanding of science*". Cuando entré en este campo, hace 25 años, la gente se refería a "*popular science*" o a "*popularizing science*". En francés y en español, se refieren a "*vulgarization*" y "divulgación". Y había entonces, y aún continúa, mucha discusión sobre "*scientific literacy*". En la India [...] el término "*scientific temper*" es parte de la constitución nacional, listado como uno de los deberes fundamentales de los ciudadanos. En la comunidad académica, nos hemos desplazado hacia otros términos. Muchos de los que abordamos estas cuestiones nos referimos a "*public engagement in science*" o a "*culture scientifique*" (en francés). Esa referencia a la cultura aparece con frecuencia. En Corea y China, por ejemplo, muchos de mis colegas se refieren a "*science communication and science culture*" (todo en una frase). Nuestra reunión hoy aborda la "*promotion of scientific culture*". En Latinoamérica, el término "*social appropriation of science*" se ha usado frecuentemente, señalando el modo en el que una cultura más amplia incorpora la ciencia (Lewenstein, 2010: 15). [Traducción propia<sup>3</sup>.]

En la literatura académica es manifiesto el volumen de autores que en un momento u otro de sus trabajos se encuentran teniendo que lidiar con un concepto que no les satisface y se ven en la necesidad de proponer alternativas. Por ejemplo, en el artículo "What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model", Godin y Gingras (2000) utilizaban el término *S&T culture* para reflexionar sobre el nivel

institucional de la cultura científica (2012) ha propuesto como un indicador de cultura científica tener un significado más amplio que el de "*scientific culture*" y "*science communication*". La cultura científica se desarrolla en universidades, centros de investigación, materializándose en conferencias, cursos, talleres, cursos, artículos publicados, libros, programas de televisión, programas de radio, programas de cultura se desarrolla en programas de cultura pública cotidianas que se refieren al sentido más cercano a la cultura. La percepción social de la cultura científica de un indicador de cultura científica que se tome en consideración en la última instancia, en la interpretación de los cuestionarios de las encuestas.

## 2. UNA CULTURA CIENTÍFICA DEMOSCÓPICO

La voluntad explícita por parte de la sociedad hacia la cultura científica es una serie de las *Survey of Public Attitudes Toward Science and Technology* por Jon D. Miller y Linnea M. Grossman en 1957 por el *Survey of Public Attitudes Toward Science and Technology* National Association of Public Affairs, como el texto de los anteriores estudios de percepción de la cultura científica una metodología que se basó en medidas sobre los indicadores de cultura científica encuestados mediante encuestas de percepción de la cultura científica, son ahora como la cultura científica: fuentes de información de percepción de riesgo y percepción de imagen de los científicos.

institucional de la cultura científica. Sin embargo, recientemente, Godin (2012) ha propuesto como alternativa utilizar el rótulo *culture of science* por tener un significado menos restringido. Martin W. Bauer distingue entre *scientific culture* y *science culture*. Para Bauer, la *scientific culture* es aquella que se desarrolla en universidades y laboratorios donde se genera el conocimiento, materializándose en datos, como número de doctorados completados, artículos publicados, patentes, citas e inversiones en I+D. La *science culture* se desarrolla en la vida diaria, y se materializa en las conversaciones públicas cotidianas que incluyen contenido científico (Bauer, 2013), un sentido más cercano al que estamos acostumbrados en los estudios de percepción social de la ciencia. Esta situación provoca que, en la construcción de un indicador de cultura científica, cada autor en la literatura especializada tome en consideración unos aspectos u otros, lo que se traduce, en última instancia, en la redacción y selección de las preguntas de los cuestionarios de las encuestas.

## 2. UNA CULTURA CIENTÍFICA PARA CADA ESTUDIO DEMOSCÓPICO

La voluntad explícita por medir los conocimientos, los intereses y las actitudes de la sociedad hacia la ciencia se remonta hasta 1979, con el inicio de la serie de las *Survey of Public Understanding of Science and Technology* realizadas por Jon D. Miller y Linda Kimmel. Aunque suele citarse el estudio realizado en 1957 por el Survey Research Center de la Universidad de Michigan para la National Association of Science Writers (NASW), dirigido por Ronald C. Davis, como el texto donde se perfilaron las pautas que adoptarían los ulteriores estudios de percepción social de la ciencia. En este estudio se empleó una metodología que triangulaba la alfabetización científica a través de medidas sobre los intereses, las actitudes y los conocimientos de los encuestados mediante bloques de preguntas que, aunque con matices diferentes, son ahora comunes a la mayoría de los estudios de percepción social de la ciencia: fuentes de información e interés, conocimiento científico, percepción de riesgos y beneficios del desarrollo científico-tecnológico, imagen de los científicos y de la profesión científica, atribución de

confianza, preferencias de financiación, vocaciones científicas y preguntas de clasificación.

La mayoría de los estudios de esta índole suelen agruparse bajo el nombre de *estudios de percepción social de la ciencia*. Sin embargo los estudios de percepción social de la ciencia no son estudios de cultura científica, aunque han servido de base para reflexionar sobre el nivel de cultura científica de una sociedad. El que suele ser el capítulo siete "Science and Technology: Public Attitudes and Understanding" de los *Science and Engineering Indicators* publicados por la National Science Foundation (NSF), ciertos *Special Eurobarometer* de la Comisión Europea sobre Ciencia y Tecnología, así como los principales estudios de percepción social de la ciencia a nivel nacional, son instrumentos de análisis del estado de la relación entre la sociedad, la ciencia y la tecnología, pero no son estudios de cultura científica sensu stricto. La NSF presenta indicadores sobre el interés en noticias de ciencia y tecnología, el conocimiento científico y las actitudes de los estadounidenses. El objetivo de la Comisión Europea es la evaluación de las actitudes generales de los ciudadanos europeos hacia la ciencia y la tecnología. En España, la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) realiza sus estudios de percepción social de la ciencia para conocer el estado de la situación de la relación entre la ciudadanía, el conocimiento y la actividad científica, así como para orientar mejor las acciones de socialización. El *Estudio Internacional de Cultura Científica* que la Fundación BBVA publicó en 2012 aborda dos dimensiones de la cultura científica, la cognitiva y la valorativa. La encuesta FECYT-OEY-RYCYT en grandes núcleos urbanos, desarrollada en el marco del Proyecto Estándar Iberoamericano de Indicadores de Percepción Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana 2005-2009, consta de indicadores para evaluar la evolución de la percepción pública, la cultura científica y la participación ciudadana.

Por ejemplo, el estudio de la Fundación BBVA organiza a los países involucrados en la encuesta mediante el índice de cercanía a la ciencia (Fundación BBVA, 2012). Raza y Singh (2012) han propuesto una medida de la distancia cultural (*cultural distance*), mediante la cual intentaban posicionar ciertas nociones cotidianas sobre fenómenos naturales como más o menos alejadas de su formulación científica. Sobre la base de los datos de los Eurobarómetros de 1989, 1992, 2001 y 2005, Bauer y Howard realizaron un

análisis en el que at...  
España (Bauer y How...  
medidas clásicas de...  
la *enculturación con l*...  
la ciencia en combir...  
visitas a los museos...  
mide una suerte de...  
Quintanilla y Mode...  
(2009), entre otros...  
cultura científica de...  
(AGC) que han aplic...  
social de la ciencia...  
indicadores de la dir...  
variedad similar si a...  
Vogt, 2012; Bauer *et al.*...  
de estos estudios ref...  
muy diferentes.

### 3. UN ATISBO DE

Bauer *et al.* (2007) l...  
postulación de los tr...  
*Science Literacy* (SL...  
*Society*, al que nos re...

Los estudios de...  
marco del paradig...  
conocimiento de ci...  
población y a su com...  
estudios demoscópic...  
analfabetismo cientí...  
to. A pesar de que Jo...  
alfabetización cientí...  
ción social de la cien...  
ciencia y cuánta gen...

análisis en el que atendían a tres dimensiones de la cultura de la ciencia en España (Bauer y Howard, 2013): *atención a la ciencia*, que se construye sobre medidas clásicas de alfabetización —conocimiento, interés e información—; la *enculturación con la ciencia*, que incluye la percepción de los beneficios de la ciencia en combinación con un indicador del interés —concretamente las visitas a los museos de ciencia—; y el *progresismo cultural* que, por su parte, mide una suerte de mentalidad progresista y secularizada. Miguel Ángel Quintanilla y Modesto Escobar (2005), así como Cristóbal Torres Albero (2009), entre otros, vienen trabajando en el desarrollo de un indicador de cultura científica denominado índice de "Actitud Global hacia la Ciencia" (AGC) que han aplicado sobre los resultados de las encuestas de percepción social de la ciencia y la tecnología de la FECYT. Y solo estamos refiriendo indicadores de la dimensión individual de la cultura científica, pero hay una variedad similar si atendemos a la dimensión social (Godin y Gingras, 2000; Vogt, 2012; Bauer *et al.*, 2012). Aunque con presupuestos comunes, cada uno de estos estudios refleja una concepción de la cultura científica con matices muy diferentes.

### 3. UN ATISBO DE ORDEN EN EL CAOS

Bauer *et al.* (2007) han permitido cierto orden en este caos a través de la postulación de los tres paradigmas de la comprensión pública de la ciencia: *Science Literacy* (SL), *Public Understanding of Science* (PUS) y *Science and Society*, al que nos referiremos como *Public Engagement of Science* (PES).

Los estudios de comprensión pública de la ciencia realizados en el marco del paradigma SL median la alfabetización científica atendiendo al conocimiento de ciertos constructos científicos básicos por parte de la población y a su comprensión del método científico. Los resultados de estos estudios demoscópicos situaban a los encuestados en una línea que iba del analfabetismo científico al alfabetizado científicamente, o incluso al experto. A pesar de que Jon. D. Miller ha puesto el acento en el aspecto *cívico* de la alfabetización científica, lo que finalmente miden los estudios de percepción social de la ciencia situados en este paradigma es qué sabe la gente de ciencia y cuánta gente sabe de ciencia (Durant *et al.*, 1992). Para Miller, la



*alfabetización científica cívica* debería permitir al individuo seguir y dar sentido a cuestiones de política pública que involucran aspectos de la ciencia y la tecnología, algo que ha mantenido en numerosos trabajos (Miller, 1983, 1998, 2004, 2012, en prensa). Y, aunque defiende que unos conocimientos científicos mínimos son imprescindibles para ello, estos estudios de percepción social de la ciencia se concentraron en medir la cantidad de conocimiento científico de los individuos, dejando de lado el uso efectivo de ese conocimiento. De hecho, asumieron que la alfabetización científica mantenía una correlación causal positiva con una actitud favorable hacia la ciencia, concentrándose esta idea en la máxima "cuanto más sabes, más lo quieres", el reverso del modelo de déficit cognitivo, según el cual las actitudes de desconfianza son debidas a la falta de conocimiento científico. Precisamente las voces críticas irían en esa dirección, señalando que la alfabetización científica no se podía establecer en función de la posesión, por parte de los individuos, de un cuerpo de conocimientos de ciencia académica, o de su familiarización con un método de investigación concreto, el hipotético-deductivo (Fayard, 1992; Lévy-Leblond, 1992, Wynne, 1992).

Los estudios de comprensión pública de la ciencia realizados en el marco del paradigma PUS amplían el concepto de alfabetización científica. Shukla y Bauer (2007) han sintetizado el cambio en una sencilla fórmula matemática en virtud de la cual: PUS = alfabetización científica + actitudes. Si en el paradigma anterior el centro de atención de los estudios de comprensión social de la ciencia era el conocimiento científico, en este se añadirán las actitudes, especialmente la relación entre el conocimiento científico y las actitudes hacia la ciencia. No queremos decir con esto que, en el paradigma SL, los estudios fueran meramente de alfabetización científica y, en el de PUS, fueran de comprensión social de la ciencia. En ambos paradigmas se ha venido midiendo la comprensión social de la ciencia y, de forma análoga a los estudios de la cultura científica, los resultados se han utilizado para reflexionar sobre el nivel de alfabetización científica de una sociedad. Es decir, en ambos casos, estamos ante estudios de comprensión pública de la ciencia que incluyen medidas de alfabetización.

Los estudios realizados en el marco del paradigma PES reproducen la estructura de los anteriores. El artículo que fijó en tres los paradigmas de la comprensión pública de la ciencia en la literatura especializada fue

publicado antes de que se difundiera el concepto de comprensión pública de la ciencia (Miller, 2007). Dadas las circunstancias, el título del informe "Comprensión pública de la ciencia" (Miller, 2007) responde al nombre de comprensión pública de la ciencia. En el informe se menciona el cambio de SL a PUS supuso la sustitución de SL los encuestados se centraron en los conocimientos (Miller, 1998). En términos de sus niveles de comprensión en favor de *understanding* (Durant *et al.*, 1992). El cambio de términos es más propio de la sustitución de *understanding* por comprensión distinta de la que se ha criticado el rótulo "Comprensión pública de la ciencia"—, en general, la comprensión pública de la ciencia se ha mantenido.

La encuesta PICA (Miller, 2013-6532), refleja un cambio en aquella que se desprendió de la comprensión pública de la ciencia a tres dimensiones. La encuesta sobre comprensión pública de la ciencia es un proceso que tiene lugar en el enriquecimiento cognitivo de las creencias y actitudes, y en el comportamiento, basado en las actividades ordinarias de la vida cotidiana (Miller y López Cerezo, 2008). Miller, pero completa el marco de comprensión pública de la ciencia en la secuencia del proceso de comprensión pública de la ciencia y las diferencias entre la comprensión pública de la ciencia que propone la e-

publicado antes de que el rótulo *Public Engagement with Science* alcanzara la difusión que tiene en la actualidad. Entonces, los autores tomaron el término del título del informe *Science and Society* publicado en 2000 (Bauer *et al.*, 2007). Dadas las circunstancias es probable que el tercer paradigma debiera responder al nombre de PES, especialmente teniendo en cuenta que en el informe se menciona con frecuencia (House of Lords, 2000). El tránsito de SL a PUS supuso la sustitución de un listón por una escala. En el paradigma SL los encuestados se clasifican de más a menos científicamente alfabetizados (Miller, 1998). En el paradigma PUS, los encuestados se clasifican en términos de sus niveles relativos de logro, abandonando el término *literacy* en favor de *understanding*, permitiendo hablar de alta o baja comprensión (Durant *et al.*, 1992). Podría decirse que la distribución en perfiles o segmentos es más propia del paradigma PES. No obstante, a pesar de que la sustitución de *understanding* por *engagement* es significativo de una comprensión distinta de la relación entre la ciencia y la sociedad —no en vano se ha criticado el rótulo PUS por estar basado en una comprensión deficitaria del público—, en general, el modo de medir la comprensión pública de la ciencia se ha mantenido intacto en PES.

La encuesta PICA que aquí nos ocupa, realizada en el marco del proyecto "Conciencia científica: traducción de la percepción en acción" (FCT-2013-6532), refleja una comprensión de la cultura científica alternativa a aquella que se desprende de los estudios mencionados. La concepción tradicional de la alfabetización científica contempla y realiza mediciones en base a tres dimensiones: conocimientos, intereses y actitudes. En esta encuesta sobre conciencia científica, la cultura científica se entiende como un proceso que tiene lugar en el individuo, y que "no solo consiste en su enriquecimiento cognitivo, sino también en el reajuste de sus sistema de creencias y actitudes, y especialmente en la generación de disposiciones al comportamiento, basadas en información científica, tanto en situaciones ordinarias de la vida como en situaciones extraordinarias" (Cámara Hurtado y López Cerezo, 2008: 64). Incorpora así las dimensiones tradicionales, pero completa el marco teórico al incluir las acciones entendidas como consecuencia del proceso de enculturación. En lo que sigue analizaremos las diferencias entre la medición de la alfabetización científica y la forma alternativa que propone la encuesta PICA como herramienta pionera.

#### 4. MEDIR ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y/O MEDIR CULTURA CIENTÍFICA

Según Miller, la definición tradicional de alfabetización científica incluía la comprensión de las normas de la ciencia y el conocimiento de los principales constructos científicos, pero afirmaba que, para que la alfabetización científica fuese verdaderamente relevante para la situación contemporánea, debía incluirse una dimensión que atendiera también a la comprensión del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad (Miller, 1983). Su definición ha estado muy presente en la construcción de los cuestionarios para medir la comprensión pública de la ciencia. En la traducción de su planteamiento teórico a la medición en la práctica, la definición de alfabetización ha quedado estructurada del siguiente modo (Bauer *et al.*, 2007): a) el conocimiento de constructos básicos de la ciencia, propios de un libro de texto; b) la comprensión de los métodos científicos, como el razonamiento probabilístico y el diseño experimental; c) una apreciación de los resultados de la ciencia y de la tecnología; d) el rechazo de creencias supersticiosas, como la astrología o la numerología. Tomaremos estos elementos para la realización de este análisis comparativo.

##### 4.1. EL CONOCIMIENTO DE LOS CONSTRUCTOS CIENTÍFICOS BÁSICOS

La medición del conocimiento de los constructos científicos básicos se ha venido realizando a través de las ya consolidadas preguntas de alfabetización científica. Son utilizadas en los *Science and Engineering Indicators* de la NSF, en algunos Eurobarómetros y en el estudio de la Fundación BBVA. Por ejemplo, "¿Los hombres vivieron al mismo tiempo que los dinosaurios? ¿Los antibióticos matan tanto virus como bacterias? ¿Es el gen del padre el que determina el sexo del bebe?". Muchas de estas preguntas se tomaron del documento *Science for All Americans*, que vio la luz en 1989, y aborda los conocimientos científicos mínimos que deberían alcanzar los estadounidenses. Fue elaborado a partir de las recomendaciones de varios grupos de científicos (AAAS, 1989). Sus contenidos han orientado las preguntas de alfabetización científica de numerosos estudios de percepción social de la ciencia. De hecho, poco se han renovado desde entonces. Wynne (1992)

señala que los conocimientos científicos básicos, que tradicionalmente se han medido, no necesariamente están bien asentados en muchos casos son débiles. Cabe preguntarse por qué. Los científicos matan tanto virus como bacterias. La definición "los antivirus matan tanto virus como bacterias" es verdadera. La encuesta mide el conocimiento de conceptos científicos más allá de la tecnología en preguntas de opción múltiple en favor de uno de los dos.

En el cuestionario de la Fundación BBVA se incluyen cinco preguntas que se han utilizado en el estudio de la Fundación BBVA. El estudio tuvo que contener una muestra aleatoria. El primer tema es la energía nuclear (preocupación por la energía nuclear). El segundo, la clonación (preocupación por la clonación). La estructura se replicó para evaluar el conocimiento de la ciencia de una pregunta más específica para evaluar los conocimientos científicos básicos. Una pregunta sobre acción. Este formato se utilizó con las preguntas de acción entre el conocimiento de la ciencia sobre un tema concreto.

Por ejemplo, para el estudio de la Fundación BBVA han incluido algunas preguntas en un futuro estudio. Son más pequeños que los seres humanos" (Wynne, 1992). *Indicators* de la NSF, en el estudio de la Fundación BBVA.

señala que los conocimientos en los que se basan estas preguntas han sido contruidos tomando como referencia un cuerpo de conocimiento presumiblemente asentado, asumiendo como conocimiento establecido lo que en muchos casos son cuestiones sujetas a controversia. En la actualidad cabe preguntarse por qué es distinto saber que la afirmación "los antibióticos matan tanto virus como bacterias" es falsa, y conocer que la afirmación "los antivirus son eficaces contra los virus y los troyanos" es verdadera. La encuesta PICA presenta una forma alternativa para medir el conocimiento de constructos científicos básicos que, además de abordar temas científicos más actuales y sujetos a controversia, no basa su metodología en preguntas de verdadero o falso, abandonando el formato binario en favor de uno múltiple.

En el cuestionario de la encuesta PICA (véase el anexo) se incluyeron cinco preguntas que abordaban diversos temas. Cada participante en el estudio tuvo que contestar a una pregunta de cada bloque, seleccionadas de forma aleatoria. El primer bloque incluía las células madre (preguntas PCM), la energía nuclear (preguntas PEN) y las redes sociales (preguntas PRS); el segundo, la clonación (preguntas PCL) y el bosón de Higgs (preguntas PBH). La estructura se replica para todos los temas: una pregunta orientada a evaluar el conocimiento de ciencia escolar sobre cada tema en general, seguida de una pregunta más concreta sobre el mismo tema, una pregunta destinada a evaluar los conocimientos de una controversia científica asociada al tema, una pregunta sobre actitudes hacia y una pregunta sobre disposición a la acción. Este formato permite dos cosas: mantener cierta comparabilidad con las preguntas de alfabetización de otros estudios y evaluar la relación entre el conocimiento científico, las actitudes y la disposición a la acción sobre un tema concreto.

Por ejemplo, para el caso de la energía nuclear, los Eurobarómetros, los *Science and Engineering Indicators* de la NSF y el estudio de la Fundación BBVA han incluido algunas preguntas sobre el tema que podrían tenerse en cuenta en un futuro estudio comparativo. Los enunciados "Los electrones son más pequeños que los átomos" y "Toda la radioactividad es producto de los seres humanos" han sido utilizados en los *Science and Engineering Indicators* de la NSF, en algunos Eurobarómetros sobre ciencia y tecnología, en el estudio de la Fundación BBVA y en la encuesta de la FECYT realizada

en 2006. "La leche radioactiva puede volverse segura si se hierve" es frecuente tanto en los estudios de la NSF como en los Eurobarómetros. En el estudio de la Fundación BBVA se utilizaron enunciados como "La energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma de una forma u otra" y "El efecto invernadero está causado por el uso de la energía nuclear".

Según los resultados de la encuesta PICA, el 72,5 por ciento identificó el eslogan "La energía ni se crea ni se destruye, simplemente se transforma" como el primer principio de la termodinámica. El 55 por ciento contestó que la producción de energía en las centrales nucleares se realiza mediante fisión nuclear, frente al 37 por ciento que seleccionó la fusión. Respecto a la pregunta "¿Dónde están los neutrones en el átomo?", el 70,2 por ciento contestó acertadamente que en el núcleo, el 24 por ciento, orbitando alrededor del núcleo, y el 5,8 por ciento, fuera del núcleo. Sobre este tema, el 87 por ciento afirmó que el resultado del debate social en torno a la conveniencia de mantener las centrales nucleares en otros países era que "las centrales nucleares nunca podrían ser consideradas completamente seguras". La comparación de los resultados permitiría comprobar si las diferencias en los porcentajes de respuesta obedecen a que en esta encuesta se optó por no incluir la opción "No sabe o no contesta" como sí hacen los otros estudios; a que la metodología de la pregunta requiere escoger una opción de entre varias, frente a los que optan por un formato de verdadero o falso; o a las diferencias en la recogida de datos, ya que la encuesta PICA se realizó *online*. Aunque la muestra de la encuesta PICA estaba compuesta íntegramente por estudiantes universitarios, los otros estudios también recogen este segmento, por lo que la comparación sería viable y, quizá, un avance hacia la integración de los estudios realizados en distintos países en una base de datos unificada para una comparación internacional, tal y como ha sugerido Bauer (2012).

#### 4.2. LA COMPRESIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO

El conocimiento de los constructos básicos de la ciencia y la comprensión del método científico han constituido los puntos clave de la alfabetización científica en el ámbito educativo. La mayoría de los estudios realizados entre los años cincuenta y setenta se adscribían al campo de la educación.

Prácticamente todo el mundo ha participado en el Mundial por autoritarismo, como eje del desarrollo. Estos autores interesan a través de preguntas. En lo que respecta a la metodología de la investigación han sido clave para la metodología de la investigación de la probabilidad.

#### 4.2.1. LA FAMILIARIZACIÓN

La medición de la comprensión del método científico se ha realizado principalmente en los países desarrollados o ninguna variación en los resultados. Los resultados son abiertos: "¿Qué significa el método científico?" La primera vez en la encuesta del Reino Unido, y Jon M. Bauer (2012) ha utilizado con frecuencia el método de entrevistas con el método de entrevistas con tres modos de procedimiento. El método de procedimiento un medicamento para el dolor de cabeza. El método de procedimiento entrevistado contestó que el método de procedimiento grupo de pacientes con el método de procedimiento entonces habrá demostrado que el método de procedimiento.

A pesar de que el método de procedimiento (1998) o Wynne (1998) apoyan instrumentos de investigación que tiene el público en mente como muestra su interés en el método de procedimiento *Indicators 2014*. Durante el método de procedimiento individuo supiera que el método de procedimiento científicamente, pero el método de procedimiento de un modelo hipotético.

Prácticamente todo el trabajo empírico realizado antes de la Segunda Guerra Mundial por autores como Ira C. Davis, Victor H. Noll o A.G. Hoff tiene como eje el desarrollo de indicadores para medir una actitud científica. Estos autores intentaron detectar la presencia del *pensamiento científico* a través de preguntas extraídas de situaciones de la vida diaria (Miller, 1983). En lo que respecta a la comprensión del método científico, dos preguntas han sido clave para evaluar esta dimensión: la familiarización con la metodología de la investigación científica y la comprensión del concepto de la probabilidad.

#### 4.2.1. LA FAMILIARIZACIÓN CON EL MÉTODO CIENTÍFICO

La medición de la comprensión del método científico se ha venido realizando principalmente a través de un conjunto de preguntas que ha sufrido poca o ninguna variación desde su formulación original. En algunos cuestionarios, concretamente en los Eurobarómetros, se ha utilizado la pregunta abierta: "¿Qué significa estudiar algo científicamente?", que aparece por primera vez en la encuesta conjunta realizada en 1988 por Jon Durant, en Reino Unido, y Jon D. Miller, en Estados Unidos. Otra formulación que se ha utilizado con frecuencia es la que atiende a medir la familiarización del entrevistado con el método científico pidiéndole que escoja uno de entre tres modos de proceder por parte de un grupo de científicos para investigar un medicamento para la hipertensión que no funciona correctamente. Si el entrevistado contesta que la respuesta es "Administrar el medicamento a un grupo de pacientes y a otro grupo no, y después comprobar qué pasa", entonces habrá demostrado tener conocimiento del método científico.

A pesar de que diversas voces críticas, como Durant *et al.* (1992), Miller (1998) o Wynne (1992), han resaltado que este tipo de preguntas no constituyen instrumentos suficientemente precisos para evaluar la comprensión que tiene el público del proceso de investigación científica, siguen vigentes, como muestra su inclusión, por ejemplo, en el último *Science and Engineering Indicators 2014*. Durant *et al.* (1992) demostraron que era posible que un individuo supiera qué es el método científico o qué implica estudiar algo científicamente, pero no fuese capaz de explicarlo, al menos no en términos de un modelo hipotético-deductivo. De hecho, estos autores sugerían que

dicho conocimiento podía haber sido adquirido de manera tácita. Miller (1998), basándose en un estudio de alfabetización biomédica que realizó junto a Pifer en 1993 —en el que utilizaron una formulación alternativa—, concluyó que, a pesar de la concreción de la pregunta, esta arrojaba tanto falsos negativos como falsos positivos debido a la multiplicidad de factores que entran en juego a la hora de tomar una decisión. Resultó que algunos encuestados habían escogido administrar el medicamento a todos los pacientes porque era una crueldad dárselo a unos y negárselo a otros; del mismo modo, hubo encuestados que afirmaron haber escogido administrárselo únicamente a un grupo y a otro no, porque si el medicamento tenía efectos secundarios era preferible que hubiera el menor número de afectados (Miller, 1998).

A través de dos preguntas, la nueva encuesta PICA plantea al encuestado una situación hipotética a la que tiene que hacer frente. La situación es la visita al médico de cabecera, provocada por la aparición de ciertos síntomas cutáneos. El médico sugiere que puede ser la manifestación de una intolerancia al gluten y ofrece tres alternativas de actuación:

- Pedir cita con el especialista de digestivo para que sea quien se haga cargo del caso.
- Recetarte un antihistamínico para reducir los síntomas y solicitar un análisis de sangre para detectar la intolerancia. Si el resultado es positivo, hacer una biopsia del intestino para tener un diagnóstico más fiable. Si el resultado es negativo, estudiar otras opciones.
- Retirar el gluten de la dieta durante una semana y observar si se producen cambios. Decidir qué hacer a continuación en función de los resultados observados.

El encuestado ha de decidir qué opción le parece mejor, o si todas ellas le parecen buenas. A continuación se le pregunta si alguna de las opciones que le ha ofrecido el médico supone aplicar el método científico. Las opciones de respuesta son:

- Sí, la uno. El especialista será el que más y mejor conocimiento científico tendrá sobre el problema y cómo resolverlo.
- Sí, la dos. Incluye distintas opciones (variables), diferentes posibilidades para hacer el diagnóstico y el uso de medicamentos obtenidos y contrastados científicamente.
- Sí, la tres. Significa estudiar el efecto de una opción (variable) para, de este modo, saber si hay una asociación entre el gluten y los síntomas.

- Ninguna de ellas. centro de investig

A diferencia de se ponga en la piel d sitúa en un entorno un laboratorio realiz tados afirmaron que 28,8 por ciento optó ra, un 11,6 por cient científico, ya que est pregunta, así formul método científico de ratoria que atiende a en los universitarios en la que se defina e ción, experimentaci Tampoco se menciona

#### 4.2.2. EL RAZONAMIENTO

La comprensión del ficar a un individuo La formulación que quiere decir que un un hijo que herede u tengan tendrá el mis do comprender el co prácticamente todo excepción de los d *Engineering Indicator* de la Fundación BBV

Esta pregunta m sabilidad para eval principalmente en l

- Ninguna de ellas. El método científico es aquel procedimiento que se aplica en un laboratorio o centro de investigación por profesionales especializados. Y no se cumplen estas condiciones.

A diferencia de las anteriores propuestas, no se pide al encuestado que se ponga en la piel de un científico, sino que se trata de una pregunta que lo sitúa en un entorno con el que, probablemente, esté familiarizado, y no en un laboratorio realizando un experimento. El 39,1 por ciento de los entrevistados afirmaron que la opción tres suponía aplicar el método científico, el 28,8 por ciento optó por la segunda opción, el 20,6 por ciento por la primera, un 11,6 por ciento afirmó que ninguna de ellas suponía aplicar el método científico, ya que este era un procedimiento desarrollado en laboratorios. La pregunta, así formulada, no evalúa la familiaridad de los encuestados con el método científico de investigación. Es, en realidad, una aproximación exploratoria que atiende a indagar en la concepción del método científico presente en los universitarios, pues no se contempla ninguna alternativa de respuesta en la que se defina el método científico como observación sistemática, medición, experimentación, formulación, análisis y modificación de hipótesis. Tampoco se menciona que sea replicable o refutable.

#### 4.2.2. EL RAZONAMIENTO PROBABILÍSTICO

La comprensión del concepto de probabilidad es otra condición para clasificar a un individuo en el grupo de los que comprenden el método científico. La formulación que se ha venido utilizando es preguntar al entrevistado qué quiere decir que una pareja tenga una posibilidad de entre cuatro de tener un hijo que herede una enfermedad genética. Si contesta que "Cada hijo que tengan tendrá el mismo riesgo de padecer la enfermedad", habrá demostrado comprender el concepto de probabilidad. Esta pregunta se ha incluido en prácticamente todos los estudios de percepción pública de la ciencia —a excepción de los de la FECYT— y está disponible en los *Science and Engineering Indicators* de la NSF, en algunos Eurobarómetros y en el estudio de la Fundación BBVA.

Esta pregunta no se ha incluido en la encuesta PICA, ya que la responsabilidad para evaluar la familiarización con el método científico recae principalmente en la pregunta analizada anteriormente. No obstante, esta



encuesta sí incluye una serie de preguntas que pueden entenderse como una alternativa a la probabilidad. Se han planteado tres problemas matemáticos que fácilmente pueden aparecer en un libro de texto de matemáticas:

- Un desayuno que incluye un café y una tostada cuesta 1,10 euros. El café cuesta 1 euro más que la tostada. ¿Cuánto cuesta la tostada?
- En un lago hay una zona con nenúfares. Todos los días la zona duplica su tamaño. Si tarda 48 días en cubrir todo el lago. ¿cuántos días tardaría en cubrir la mitad?
- Si 5 máquinas troqueladoras tardan 5 minutos en agujerear 5 planchas de acero. ¿cuánto tardarían 100 máquinas troqueladoras en agujerear 100 planchas de acero?

Desde la perspectiva de la alfabetización científica, la comprensión de la probabilidad constituye un aspecto relevante para la comprensión del método científico. Desde la perspectiva de la cultura científica, la capacidad para resolver problemas matemáticos es relevante en tanto que refleja una cierta capacidad de análisis por parte del individuo, que es deseable ante la toma de decisiones y no solo sobre temas relacionados con la ciencia y la tecnología, pero no es necesariamente sintomático de la comprensión del método científico. La encuesta PICA recupera el concepto de *actitud científica* al que John Dewey se refirió como la voluntad de usar el método científico y el equipamiento necesario para hacer efectiva esa voluntad (Dewey, 1934). Se trataría, en general, de mantener una actitud abierta, ser intelectualmente íntegro, de observar e interesarse en poner a prueba opiniones y creencias. Según Jon Miller (1983), el artículo de Dewey marcaría un punto de inflexión en el estudio de la alfabetización científica, ya que, a raíz de su publicación, varios profesores de Ciencia comenzaron a preocuparse por la construcción de una definición operativa de *actitud científica*, así como por los indicadores necesarios para detectar su presencia y medir su alcance en los alumnos. Pero, a medida que nos acercamos al presente y nos adentramos en el campo PUS, los intentos de medir la *actitud científica* se han ido convirtiendo en *actitud hacia la ciencia*, y lo que quedaba del concepto original se mide a través de la comprensión del método científico. Así, la encuesta PICA incluye la siguiente pregunta: "¿Te preocupas por tratar de entender el mundo, cómo funcionan las cosas, por qué son así, dónde buscar la información necesaria para responder a esas preguntas?". Aunque esta no es la

formulación de Dewey  
jan que la mayoría de lo  
a las que les gusta apre  
dedican tiempo a im  
Contrasta esta percepc  
ñola según la cual ni t

#### 4.3. UNA APRECIACIÓN

Los estudios de percep  
ciencia de manera neu  
sesgo pro científico, qu  
para estos estudios son  
ciencia y la tecnología (C  
la alfabetización cient  
sobre lo que generalme  
básica, ciencia aplicad  
sobre el impacto de la ci  
política concreta sobre  
35), y otra cosa es cómo  
zación. Para Miller, "u  
la tecnología no signifi  
tecnología [...], la cre  
preocupaciones sobre l  
son factores o dimensio

La medición de la  
contemplarse como un  
concepción suelen inc  
ponga todos los riesgo  
mental, y todos los be  
dónde se inclina. No  
separada dificulta nota  
ciencia. Es característi  
los análisis *cluster* dist  
desinformados, pro ci

formulación de Dewey, se orienta en una línea similar. Los resultados reflejan que la mayoría de los estudiantes se perciben a sí mismos como personas a las que les gusta aprender el porqué de las cosas y que, consecuentemente, dedican tiempo a investigar por su cuenta asuntos que les interesan. Contrasta esta percepción con la imagen generalizada de la juventud española según la cual ni trabajan ni estudian ni parecen interesados en nada.

#### 4.3. UNA APRECIACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CIENCIA

Los estudios de percepción de la ciencia no miden la percepción social de la ciencia de manera neutral. En mayor o menor medida las encuestas tienen un sesgo pro científico, quizá porque las instituciones que proporcionan soporte para estos estudios son, en su mayoría, instituciones para la promoción de la ciencia y la tecnología (Bauer, 2008). Pero una cosa es lo que se está midiendo, la alfabetización científica, entendida como "el conocimiento individual sobre lo que generalmente se denomina ciencia organizada —esto es, ciencia básica, ciencia aplicada y desarrollo— e incluye tanto información general sobre el impacto de la ciencia en la sociedad individual como más información política concreta sobre cuestiones específicas o tecnológicas" (Miller, 1983: 35), y otra cosa es cómo se construyen los indicadores para medir la alfabetización. Para Miller, "una fuerte creencia en los beneficios de la ciencia y la tecnología no significa no tener reservas sobre el impacto de la ciencia y la tecnología [...], la creencia en las promesas de la ciencia y la tecnología y las preocupaciones sobre las consecuencias negativas de la ciencia y la tecnología son factores o dimensiones separadas" (Miller, 2004: 286).

La medición de la percepción de riesgos y beneficios de la ciencia suele contemplarse como un continuo dimensional, y los cuestionarios con esta concepción suelen incluir preguntas en las que se pide al encuestado que ponga todos los riesgos de la ciencia en un lado de una suerte de balanza mental, y todos los beneficios de la ciencia en el otro, y que sopesen hacia dónde se inclina. No contemplar los beneficios y perjuicios de manera separada dificulta notablemente detectar a los individuos críticos con la ciencia. Es característico cómo, por ejemplo, en las encuestas de la FECYT los análisis *cluster* distribuyen a las personas en desinformados, críticos desinformados, pro científicos moderados, pro científicos entusiastas, y

*población sin posición definida. Uno se pregunta en qué segmento se situará una persona crítica e informada, a la que le interesa la ciencia lo suficiente como para comprar revistas de divulgación y visitar museos, que ve documentales y que atribuye un alto potencial de impacto a la ciencia y la tecnología, tanto de los beneficios como de los riesgos; la población a la que Cámara Hurtado y López Cerezo (en prensa) se refieren con la etiqueta mucho-mucho.*

La encuesta PICA abre la posibilidad de obtener datos sobre aquellos que piensan que la ciencia conlleva muchos riesgos y muchos beneficios, al tiempo que permite concretar qué riesgos y qué beneficios son más tolerables o deseables. Aún más, incluye preguntas acerca de la percepción de la neutralidad de la práctica científica y sobre el papel que los ciudadanos, los científicos y los políticos deberían desempeñar en la toma de decisiones relacionadas con aspectos de la ciencia y la tecnología.

#### 4.4. EL RECHAZO DE LA ASTROLOGÍA COMO DISCIPLINA CIENTÍFICA

Otro de los requisitos para ser caracterizado como científicamente alfabetizado es rechazar la astrología como disciplina científica, algo que, en la mayoría de los estudios de percepción, se ha medido preguntando a los encuestados por el grado en que una serie de disciplinas son consideradas científicas, entre ellas la astrología. Por ejemplo, en el caso de España, de acuerdo con los resultados de la FECYT, la jerarquía de las ciencias se mantiene intacta para todas las generaciones: física, medicina, biología y astronomía son las prototípicas, psicología y economía, en el nivel medio, e historia y astrología en el nivel bajo (FECYT, 2013).

La encuesta PICA propone una forma alternativa para evaluar la percepción de ciertas disciplinas que, tradicionalmente, han caído fuera de la consideración de ciencias. La pregunta que se ha incluido en el cuestionario pedía al encuestado que valorara de 1 a 4 la eficacia de una serie de terapias, donde 1 significa que no parecen nada eficaces y 4, que parecen muy eficaces. Las terapias a valorar son las flores de Bach, el chi kung, la aromaterapia, la hipnosis, la homeopatía y la fitoterapia. El mero hecho de incluir la pregunta sobre la valoración de distintas prácticas propias de la medicina alternativa implica el reconocimiento de que este tipo de prácticas están

presentes en la sociedad. Este tipo de medidas sociales de la ciencia. C Enunciados similares científicos. El primer no de la emisión de e de la publicidad de p

TABLA 1  
COMPARACIÓN DE LAS PRE

España es el único país que per restricciones espacios de vidente las llamadas telefónicas. El Cons reclama a Industria y a los grupo reforma legal para proteger a col y frenar a los timadores.

P4a

Estoy de acuerdo. Hay que limita de programas. Efectivamente son

Creo que no hay que generalizar se demuestre que son unos tima

No estoy de acuerdo. Me parece de todo tipo. Cada uno debe poder como quiera.

No estoy de acuerdo. Este tipo de ofrecer mucho alivio y consuelo a

La cuestión de la pregunta estándar alguna astrología y astronom dudas razonables solo hecho de que las pers nos como el hecho científica.

Bauer y Durant punto de vista positiv precientífico; en tér mundo perfectamente entre una serie de p

presentes en la sociedad y, como consecuencia, una encuesta que incluya este tipo de medidas proporcionará datos más realistas sobre la percepción social de la ciencia. Otras dos preguntas acompañan a esta. Se trata de dos enunciados similares que ahondan en la cuestión de las creencias pseudo-científicas. El primero pide al encuestado su opinión sobre la limitación o no de la emisión de espacios de videntes, el segundo sobre la limitación o no de la publicidad de productos milagro (véase la tabla 1).

TABLA 1  
COMPARACIÓN DE LAS PREGUNTAS P4A Y P4B DE LA ENCUESTA PICA

España es el único país que permite emitir sin restricciones espacios de videntes que cobran por las llamadas telefónicas. El Consejo Audiovisual andaluz reclama a Industria y a los grupos del Congreso una reforma legal para proteger a colectivos vulnerables y frenar a los timadores.	El Gobierno comienza a perseguir la publicidad de los productos milagro en la televisión. Por primera vez, Industria demanda de forma sistemática el cese de emisión de anuncios de productos supuestamente sanadores.
P4a	P4b
Estoy de acuerdo. Hay que limitar la difusión de este tipo de programas. Efectivamente son unos timadores.	Estoy de acuerdo. Hay que limitar la publicidad de este tipo de productos. No tienen estas propiedades milagrosas.
Creo que no hay que generalizar y actuar solo cuando se demuestre que son unos timadores.	Creo que no hay que generalizar y actuar solo cuando se demuestre que no producen los efectos anunciados.
No estoy de acuerdo. Me parece bien que haya programas de todo tipo. Cada uno debe poder gastarse el dinero como quiera.	No estoy de acuerdo. Me parece bien que haya anuncios de todo tipo. Cada uno debe poder gastarse el dinero como quiera.
No estoy de acuerdo. Este tipo de programas pueden ofrecer mucho alivio y consuelo a algunas personas.	No estoy de acuerdo. Este tipo de productos puede tener efectos muy beneficiosos para algunas personas.

FUENTE: ENCUESTA PICA. ELABORACIÓN PROPIA.

La cuestión de la astrología no está exenta de controversia. En la pregunta estándar algunos encuestados pueden haber confundido los términos<sup>4</sup> *astrología* y *astronomía* (Allum y Stoneman, 2012), lo que podría sembrar dudas razonables sobre el indicador, aunque quizá sea tan preocupante el hecho de que las personas no sean capaces de distinguir entre los dos términos como el hecho de que reconozcan la astrología como una disciplina científica.

Bauer y Durant (1997) han sugerido que la astrología puede, desde un punto de vista positivista, ser entendida como un atavismo de un mundo precientífico; en términos antropológicos, como una visión alternativa del mundo perfectamente válida; y, sociológicamente, la astrología es una de entre una serie de posibles vías de escape atractiva para aquellas personas

que tienen dificultades para conjugar las incertidumbres que genera la vida en las sociedades modernas: "La creencia en la astrología es más bien una cuestión de la estructura moral de la sociedad moderna que de la alfabetización científica. [...] Llegamos a la conclusión de que la creencia popular en la astrología puede ser parte integrante de la propia modernidad tardía" (Bauer y Durant, 1997: 69).

La frontera entre la ciencia y la pseudociencia no es algo que se pueda trazar de forma nítida y definitiva. La pseudociencia, al igual que la ciencia, adopta múltiples formas. La estrategia de aunar las creencias pseudocientíficas de un individuo bajo una pregunta sobre la científicidad de la astrología es, cuanto menos, algo tosco. La minusvaloración del efecto de las creencias pseudocientíficas en la vida de las personas es producto de la soberbia de la ciencia. Las encuestas de percepción social de la ciencia deberían profundizar más en esta relación, especialmente en el caso de España, donde las creencias supersticiosas y religiosas tienen un peso a tener en cuenta. Al incluir este juego de preguntas, la encuesta sobre conciencia científica permite explorar en mayor profundidad la convivencia de la cultura científica con las creencias pseudocientíficas.

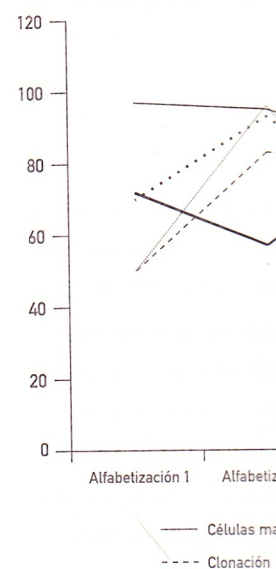
## 5. LA DISPOSICIÓN A LA ACCIÓN

El proceso de enculturación científica no es únicamente la mera reestructuración de conocimientos y creencias previas basadas en la adquisición de la información científica, es también el consecuente cambio en las acciones. Así, resulta de especial interés la siguiente pregunta de la encuesta PICA: "¿Has modificado la práctica de algunas de las siguientes actividades cotidianas por haber recibido información con alguna base científica sobre ellas?". Las prácticas que se han contemplado son hábitos alimenticios y seguimiento de dietas, el reciclaje, las prácticas deportivas, el uso de aparatos electrónicos, el consumo de tabaco y alcohol y la actividad en las redes sociales. Se trata de explorar cómo la adquisición de información científica incide en la reestructuración de los conocimientos y creencias, en las actitudes y en los intereses, y genera una cierta disposición a la acción.

Por eso, a las pre  
este trabajo les suced  
acción. Esta estructu  
conocimiento científ  
de la vida. En el gráfi  
decae a medida que n  
las preguntas por la d

GRÁFICO 1

RESPUESTAS A LAS PREGUN  
PBH DEL CUESTIONARIO (VÉ  
LOS RESULTADOS MÁS ALTO

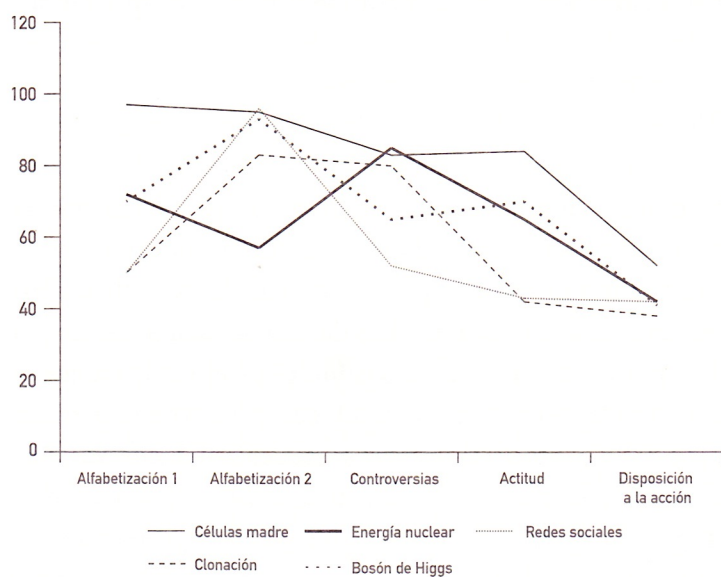


Así, un encuest  
conocimientos científ  
tos científicos actual  
nión al respecto y u  
señalaba al principi  
se crea ni se destruy  
pio de la termodinám  
ducción de energía

Por eso, a las preguntas de conocimiento mencionadas al principio de este trabajo les suceden preguntas de actitud y preguntas de disposición a la acción. Esta estructura permite obtener datos sobre la relación entre el conocimiento científico y la disposición a la acción en diversas situaciones de la vida. En el gráfico 1 se muestra cómo la unanimidad en las respuestas decae a medida que nos desplazamos de las preguntas por el conocimiento a las preguntas por la disposición a la acción.

GRÁFICO 1

RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS TEMÁTICAS PCM, PEN, PRS, PCL, PBH DEL CUESTIONARIO (VÉASE EL ANEXO). SE MUESTRAN LOS RESULTADOS MÁS ALTOS PARA CADA PREGUNTA



FUENTE: ENCUESTA PICA. ELABORACIÓN PROPIA.

Así, un encuestado puede no contestar adecuadamente a la pregunta de conocimientos científicos académicos, pero sí a la pregunta de conocimientos científicos actuales, y al contrario. Y, en cualquier caso, tendrá una opinión al respecto y una disposición a realizar una acción u otra. Como se señalaba al principio, el 72,5 por ciento identificó el eslogan "La energía ni se crea ni se destruye, simplemente se transforma" como el primer principio de la termodinámica, mientras que el 55 por ciento contestó que la producción de energía en las centrales nucleares se realiza mediante *fisión*

nuclear, y el 87 por ciento afirmó que el resultado del debate social en torno a la conveniencia de mantener las centrales nucleares en otros países era que "las centrales nucleares nunca podrían ser consideradas completamente seguras". En lo que respecta a las actitudes sobre el tema de la energía nuclear, el 66 por ciento piensa que "debería seguir utilizándose la energía nuclear si fuese el único modo de garantizar el suministro eléctrico", frente al 16,6 por ciento que la prohibiría, y el 17,3 por ciento que estaría de acuerdo en seguir utilizándola, con independencia de que pudieran encontrarse otras fuentes de energía. Finalmente, el 39,8 por ciento de los encuestados "cree que iría" y el 43,7 por ciento "sin duda iría" a un viaje a Japón durante el próximo año si le tocara en un sorteo. Solo el 3,3 por ciento "no iría bajo ningún concepto", y el 13,2 por ciento "no cree que fuera".

## 6. REFLEXIÓN FINAL

No disponemos de un marco teórico común en lo que respecta a la cultura científica. Bajo esta situación ha proliferado el uso de diferentes nomenclaturas, definiciones, indicadores e índices que intentan medir la cultura científica. Los paradigmas de la comprensión pública de la ciencia propuestos por Bauer *et al.* (2007) han permitido organizar los cambios en el modo en que se ha medido la relación entre la ciencia y la sociedad, pero, como ellos afirman, los tres paradigmas conviven, no han supuesto la sustitución del anterior. Así, las medidas de alfabetización científica que se institucionalizaron en los años setenta del pasado siglo siguen vigentes, y se han introducido pocos cambios al respecto. Estamos monitorizando la relación entre la ciencia y la sociedad con herramientas que se diseñaron hace 50 años.

La encuesta PICA se ha construido sobre una concepción de la cultura científica distinta de la que reflejan los grandes estudios de percepción y comprensión social de la ciencia. Se trata de una cultura científica que apuesta por ciudadanos críticos, conscientes de los riesgos y beneficios de la ciencia, que toman decisiones informadas y reflexionadas sobre cuestiones que involucran aspectos de la ciencia y la tecnología, decisiones que incluyen vacunar a un hijo, consumir alimentos transgénicos, comprar un coche eléctrico, reciclar, etc. Los estudios tradicionales, que miden conocimiento,

intereses y actitudes  
lista de cómo los ind  
cómo se forman las c  
afecta la reestructura

Durante años s  
objetiva, entrando e  
tativas cada vez más  
medimos lo que que  
tífica ha de aspirar a  
danos que sean capa  
bre, donde el conoc  
será suficiente com  
decisiones. La cultur  
po y que requiere de  
formar opiniones so  
cadas y válidas; y ser

## NOTAS

1. El vídeo de la breve dec  
jul/05/stephen-hawki
2. Disponible en: <http://>
3. Se han conservado los  
nomenclaturas se agr  
satisfactoria para el r
4. En una reunión poster  
con algunos de los part  
Si bien no puede decir  
mia, nos lleva a reflexi  
entrevistado y por qué

## BIBLIOGRAFÍA

- AAAS. ASSOCIATION FOR THE AD  
[disponible en inglés y en  
ALLUM, N. y STONEMAN, P. (201  
*of Science. How Public Relate*  
BAUER, M. W. (2008): "Parad  
public", en D. Cheng *et al.*  
Springer, Bruselas, pp. 7-  
- (2012): "Science Culture  
*World. Practices, Theories a*  
- (2013): "Los cambios en l  
*ciencia y la tecnología 2012*

intereses y actitudes, no son adecuados para obtener una aproximación realista de cómo los individuos adquieren conocimiento científico y por qué, de cómo se forman las creencias, de la justificación de ciertas actitudes y de cómo afecta la reestructuración de estos elementos a los comportamientos.

Durante años se ha intentado medir la cultura científica de manera objetiva, entrando en una vorágine estadística, empleando medidas cuantitativas cada vez más complejas. Pero ¿qué estamos midiendo? ¿Realmente medimos lo que queremos medir? ¿Qué queremos medir? La cultura científica ha de aspirar a fomentar una actitud crítica entre la población; ciudadanos que sean capaces de tomar una decisión en contextos de incertidumbre, donde el conocimiento disponible, científico y metacientífico nunca será suficiente como para asegurar un resultado concreto para nuestras decisiones. La cultura científica es una destreza que se adquiere con el tiempo y que requiere de entrenamiento. Pensar de forma crítica, ser capaces de formar opiniones sobre algo, informadas, contrastadas, razonadas, justificadas y válidas; y ser consecuentes en nuestras acciones.

## NOTAS

1. El vídeo de la breve declaración está disponible en: <http://www.theguardian.com/science/video/2012/jul/05/stephen-hawking-higgs-boson-bet-video>
2. Disponible en: [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/2013/higgs-facts.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2013/higgs-facts.html)
3. Se han conservado los términos en el lenguaje original debido a que el problema de la convivencia de nomenclaturas se agrava con el de la traducción. De hecho, aún no disponemos de una traducción satisfactoria para el rótulo *public engagement in science*.
4. En una reunión posterior a la realización de la encuesta PICA, en la que se intercambiaron opiniones con algunos de los participantes, resultó que algunos encuestados habían asociado *fitoterapia a fitness*. Si bien no puede decirse que sea una réplica del problema de la confusión entre *astrología y astronomía*, nos lleva a reflexionar sobre la distancia entre lo que pregunta la encuesta y lo que responde el entrevistado y por qué.

## BIBLIOGRAFÍA

- AAAS, ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE (1989): *Science for all Americans*. Oxford University Press [disponible en inglés y en español, <http://www.aaas.org/report/science-all-americans>].
- ALLUM, N. y STONEMAN, P. (2012): "Beliefs about astrology across Europe", en M. W. Bauer *et al.* (eds.), *The culture of Science. How Public Relates to Science across the Globe*, Routledge, Nueva York-Londres, pp. 301-322.
- BAUER, M. W. (2008): "Paradigm change for science communication: Commercial science needs a critical public", en D. Cheng *et al.* (EDS.), *Communicating science in social contexts: new models, new practices*, Springer, Bruselas, pp. 7-25.
- (2012): "Science Culture and Its Indicators", en B. Schiele *et al.* (eds.), *Science Communication in the World. Practices, Theories and Trends*, Springer, Nueva York-Londres, pp. 295-312.
- (2013): "Los cambios en la cultura de la ciencia en España. 1989-2010", en FECYT, *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2012*, FECYT, Madrid, pp. 191-226.



- BAUER, M. W. *et al.* (2007): "What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda", *Public Understanding of Science*, 16, pp. 75-95.
- (2012): "Towards Cultural Indicators of Science with Global Validity", en M. W. Bauer *et al.* (eds.), *The culture of Science. How Public Relates to Science across the Globe*, Routledge, Nueva York-Londres, pp. 1-17.
- BAUER, M. W. y DURANT, J. (1997): "Belief in Astrology: a social-psychological analysis", *Culture and Cosmos*, 1 (1), pp. 55-71.
- BAUER, M. W. y HOWARD, S. (2013): *The culture of science in modern Spain: An analysis across time, age cohorts and regions*, Fundación BBVA, Bilbao.
- CÁMARA HURTADO, M. y LÓPEZ CERERO, J. A. (en prensa): "Cultura científica y percepción del riesgo", en B. Laspra y E. Muñoz (eds.), *Culturas científicas e innovadoras. Progreso social*, EUDEBA, Buenos Aires.
- (2008): "Dimensiones políticas de la cultura científica", en J. A. López Cerezo y F. J. Gómez González (eds.), *Apropiación social de la ciencia*, Biblioteca Nueva, Madrid, pp. 63-89.
- DEWEY, J. (1934): "The Supreme Intellectual Obligation", *Science Education*, 18, pp. 1-4.
- DURANT, J. *et al.* (1992): "Public Understanding of Science in Britain: the Role of Medicine in the Popular Presentation of Science", *Public Understanding of Science*, 1, pp. 161-182.
- FAYARD, P. (1992): "Let's stop persecuting people who don't think like Galileo!", *Public Understanding of Science*, 1, pp. 15-16.
- FECYT (2013): *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2012*, FECYT, Madrid.
- FUNDACIÓN BBVA (2012): *Estudio internacional de cultura científica de la Fundación BBVA*, Dpto. de Estudios Sociales y Opinión Pública, Fundación BBVA, Barcelona [ambas partes del estudio están disponibles en <http://www.fbbva.es/TLFU/tlfu/esp/investigacion/fichainves/index.jsp?codigo=380> y <http://www.fbbva.es/TLFU/tlfu/esp/investigacion/fichainves/index.jsp?codigo=381>].
- GODIN, B. (2012): "The Culture of Science and the Politics of Numbers", en M. W. Bauer *et al.* (eds.), *The culture of Science. How Public Relates to Science across the Globe*, Routledge, Nueva York-Londres, pp. 17-35.
- GODIN, B. y GINGRAS, Y. (2000): "What is scientific and technological culture and how is it measured? A multidimensional model", *Public Understanding of Science*, 9, pp. 43-58.
- HOUSE OF LORDS (2000): *Science and Society, Third Report*, House of Lords Select Committee on Science and Technology/HMSO, Londres [disponible en <http://www.publications.parliament.uk/pa/ld199900/ldselect/ldscitech/38/3801.html>].
- LÉVY-LEBLOND, J. M. (1992): "About misunderstandings about misunderstandings", *Public Understanding of Science*, 1, pp. 17-21.
- LEWENSTEIN, B. V. (2010): "Models of public understanding: The politics of public engagement", *Artefactos*, 3 (1), diciembre, pp. 13-29.
- MILLER, J. D. (en prensa): "La importancia de la alfabetización científica en un mundo *just in time*", en B. Laspra y E. Muñoz (eds.), *Culturas científicas e innovadoras. Progreso social*, EUDEBA, Buenos Aires.
- (1983): "Scientific Literacy: a Conceptual and Empirical Review", *Daedalus*, 112 (2), pp. 29-48.
- (1998): "The Measurement of Civic Scientific Literacy", *Public Understanding of Science*, 7, pp. 203-223.
- (2004): "Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: what we know and what we need to know", *Public Understanding of Science*, 13, pp. 273-294.
- (2012): "The sources and impact of Civic Scientific Literacy", en M. W. Bauer *et al.* (eds.), *The Culture of Science. How Public Relates to Science across the Globe*, Routledge, Nueva York-Londres, pp. 1-17.
- QUINTANILLA, M. A. y ESCOBAR, M. (2005): "Un indicador de cultura científica para las comunidades autónomas", en FECYT, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2004*, FECYT, Madrid, pp. 223-232.
- QUINTANILLA, M. A. *et al.* (2011): "La actitud global hacia la ciencia en las Comunidades Autónomas", en FECYT, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2010*, FECYT, Madrid, pp. 137-157.
- RAZA, G. y SINGH, S. (2012): "The cultures of public understanding of science. Defining Cultural Distance", en M. W. Bauer *et al.* (eds.), *The culture of Science. How Public Relates to Science across the Globe*, Routledge, Nueva York-Londres, pp. 282-298.
- SHUKLA, R. y BAUER, M. W. (2007): *The Science Culture Index (SCI): Construction and validation. A comparative analysis of engagement, knowledge and attitudes to science across India and Europe*, Concept Paper, Royal Society, Londres-Delhi [disponible en <http://macas-project.com/wp-content/uploads/2013/07/Report-culture-of-science2.2.pdf>].
- TORRES ALBERO, C. (2009): "Cultura científica en las comunidades autónomas según la encuesta FECYT 2008", en FECYT, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2008*, FECYT, Madrid, pp. 151-173.
- VOGT, C. (2012): "The spiral of scientific culture and cultural well-being: Brazil and Ibero-America", *Public Understanding of Science*, 21, pp. 4-16.
- WYNNE, B. (1992): "Public understanding of science research: new horizons or hall of mirrors?", *Public Understanding of Science*, 1, pp. 37-43.

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico y tecnológico, el progreso económico y las tantas consecuencias que conlleva, para complicar un mundo fundamental en la percepción de las controversias (Beck, 1999).

Los estudios de *Culture of Science*, en inglés, tiene una actitud negativa hacia el desarrollo científico y tecnológico, que dificulta la comprensión del científico de estos mundos, supone que hay algún problema en la población. En este caso, como una herramienta para eliminar la supuesta necesidad de esta herramienta se debe