

Medio Ambiente, Ciencia
e Innovación. Análisis
desde la Perspectiva de
los Estudios Sociales de
la Ciencia

A. Muñoz
E. Lopera
M^a. Cornejo



Medio Ambiente, Ciencia
e Innovación. Análisis
desde la Perspectiva de
los Estudios Sociales de
la Ciencia

A. Muñoz
E. Lopera
M^a. Cornejo

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Información y Documentación, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, Ciudad Universitaria, 28040-MADRID, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesaurus del DOE para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. La catalogación se ha hecho utilizando el documento DOE/TIC-4602 (Rev. 1) Descriptive Cataloguing On-Line, y la clasificación de acuerdo con el documento DOE/TIC.4584-R7 Subject Categories and Scope publicados por el Office of Scientific and Technical Information del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Catálogo general de publicaciones oficiales
<http://www.060.es>

Depósito Legal: M-26385-2011
ISSN: 1135-9420
NIPO: 721-15-003-5

Editorial CIEMAT

CLASIFICACIÓN DOE Y DESCRIPTORES

S54

ENVIRONMENTAL AWARENESS; PUBLIC OPINION; SOCIAL IMPACTS;
PUBLIC INFORMATION; SPAIN; TECHNOLOGY IMPACTS

Medio Ambiente, Ciencia e Innovación. Análisis desde la Perspectiva de los Estudios Sociales de la Ciencia

Muñoz, A.; Lopera, E.; Cornejo, M^a.
29 pp. 58 ref. 1 fig.

Resumen:

La especie humana debe hacer frente a retos importantes. El deterioro del medio ambiente, que tiene su principal exponente en el cambio climático, es uno de ellos. En el abordaje de este reto juegan un papel fundamental la ciencia y la innovación, en un contexto en el que se va haciendo evidente el deficitario compromiso de la sociedad con el desarrollo científico y tecnológico. Teniendo esto en cuenta, en este trabajo se analiza la interacción entre medio ambiente, ciencia e innovación desde la perspectiva que proporcionan los estudios sociales de la ciencia.

Environment, Science and Innovation. Analysis from the Perspective of Science Studies

Muñoz, A.; Lopera, E.; Cornejo, M^a.
29 pp. 58 ref. 1 fig.

Abstract:

Humankind is facing important challenges. Environmental degradation, of which climate change is the main exponent, is one of them. Science and innovation are key factors to address this challenge, in a context in which is becoming more evident the lack of commitment of society with scientific and technological development. Taking this into consideration, this paper analyzes the interaction among environment, science and innovation from the perspective of science studies.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	5
II. MEDIO AMBIENTE	6
• Cambio climático	9
III. CIENCIA	10
• La falta de vocaciones científicas	13
• El compromiso público con la ciencia (<u>P</u>ublic <u>E</u>ngagement with <u>S</u>cience, PES).....	14
IV. CULTURA Y CONCIENCIA	15
• Cultura científica	18
• Conciencia ambiental	18
V. INNOVACIÓN	20
• Cultura innovadora	21
• Orientación a la innovación	22
VI. CONCLUSIÓN	24
VII. AGRADECIMIENTOS	25
VIII. BIBLIOGRAFÍA	26

INTRODUCCIÓN

Cada vez hay menos dudas de que la especie humana debe hacer frente a un reto importante, el deterioro del medio ambiente en general, y el cambio climático en particular, que se ha convertido, por su gravedad y repercusiones, en el principal problema ambiental. El conocimiento científico es imprescindible para identificar los problemas ambientales y los riesgos asociados, pero también para diseñar y poner en práctica medidas que contribuyan a paliar o resolver el problema. Es importante tener en cuenta que los problemas ambientales globales tienen características que los hacen diferentes de los problemas científicos tradicionales. Para explicarlos y predecirlos la ciencia no suele disponer de teorías bien fundamentadas, basadas en la experimentación, sino que se ve abocada a aportar modelos matemáticos y simulaciones por ordenador que no se pueden verificar mediante los métodos científicos tradicionales. Por lo tanto, comprender las bases científicas de los problemas ambientales es difícil. El ideal sería lograr que todo el mundo tuviera la suficiente cultura científica para interpretar correctamente la información a la que tiene acceso. Además, la cultura científica puede desempeñar una función importante a la hora de afrontar los problemas ambientales. Por un lado, contribuyendo a generar conciencia ambiental al proporcionar información sobre la degradación del medio ambiente, los factores causales y los riesgos asociados. Por otro, reforzando el vínculo entre conciencia ambiental y acción proambiental. En este punto, es fundamental recurrir a otra de las herramientas clave de las que dispone nuestra especie, la innovación.

La cultura es un concepto multidimensional, complejo, abordado de manera multidisciplinar y objeto de innumerables definiciones. Esta complejidad tiene mucho que ver con el hecho de que forma parte de nosotros, no podemos desprendernos de ella para definirla y estudiarla. En la Unidad de Investigación en Cultura Científica (UICC) del CIEMAT ponemos el énfasis en la relación entre cultura y capacidad de adaptación teniendo en cuenta que la cultura surge como resultado de la evolución de la especie humana; a su vez, contribuye a nuestra capacidad de adaptación. Por otro lado, la cultura es un concepto multidimensional y, por tanto, difícil de abordar globalmente. En la UICC focalizamos nuestra investigación en tres de sus dimensiones: el medio ambiente, la ciencia y la innovación.

Teniendo en cuenta lo anterior, en este trabajo abordamos el estudio de la interacción entre medio ambiente, ciencia e innovación desde la perspectiva de los estudios sociales de la ciencia (*science studies*). Este enfoque tiene por objeto analizar el modo en que los valores sociales, políticos y culturales influyen en la investigación científica y la innovación tecnológica, teniendo también en cuenta cómo influyen estas en la sociedad, la política y la cultura. El origen se puede situar en el surgimiento de nuevas corrientes de investigación en filosofía y sociología de la ciencia, y en el incremento de la sensibilidad social e institucional sobre la necesidad de una regulación democrática del cambio científico-tecnológico en la década de 1960. El objetivo fundamental es entender los aspectos sociales del fenómeno científico-tecnológico, tanto en lo que respecta a sus condicionantes sociales como en lo que atañe a sus consecuencias sociales y ambientales. El enfoque general es de índole interdisciplinar, concurriendo

disciplinas de las ciencias sociales y la investigación académica en humanidades, como la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico (López Cerezo, 1999). Porque, como se ha señalado repetidamente desde este enfoque, la investigación científica no puede entenderse con independencia del contexto en el que se realiza.

II. MEDIO AMBIENTE

Los sistemas físicos y biológicos del planeta proporcionan los recursos necesarios para la subsistencia de las especies que viven en él. De todas las especies, incluida la nuestra. Lo que nos diferencia del resto de habitantes del planeta no es la independencia de los recursos naturales, sino la capacidad para disponer de ellos con el objetivo de satisfacer nuestras necesidades. Pero las necesidades han aumentado exponencialmente, hasta llegar al punto en que la demanda supera con creces la oferta.

El crecimiento exponencial produce magnitudes gigantescas de forma muy rápida. Una magnitud crece exponencialmente cuando su incremento es proporcional a la cantidad preexistente. El problema es que el crecimiento exponencial no puede perpetuarse en un espacio finito con recursos finitos (Meadows et al., 2006). Como ha señalado Alan Schnaiberg en el libro *The Environment: From Surplus to Scarcity* (1980), el origen de los problemas ambientales se sitúa en la necesidad, inherente a cualquier sistema económico, de producir beneficios de forma continua haciendo que los consumidores demanden nuevos productos. Esto genera “la rueda de molino de la producción” (*treadmill production*), que es un mecanismo de auto-refuerzo. Los responsables políticos responden al deterioro medioambiental creado por el crecimiento económico con políticas que fomentan una mayor expansión. Por ejemplo, no se hace frente a la escasez de recursos con medidas dirigidas a reducir el consumo, sino fijando nuevas áreas de explotación (Hannigan, 2006).

Hay cuatro tipos de variables humanas que inciden directamente en el cambio medioambiental: a) los cambios poblacionales; b) las instituciones, especialmente las políticas que estimulan el crecimiento económico; c) la cultura, las actitudes y las creencias, incluidas las construcciones sociales y los problemas ambientales; y d) el cambio tecnológico (Stern et al., 1992). Estos cuatro factores constituyen un sistema complejo que no solo produce cambios en los ecosistemas globales, sino que, en él, cada uno de los componentes modifica a los restantes mediante mecanismos de retroalimentación. Como resultado de la dinámica de todos estos elementos, los cambios medioambientales y ecológicos que se producen en la actualidad destacan por dos rasgos fundamentales: su ritmo se ha acelerado de manera vertiginosa; y los alteraciones más significativas son antropogénicas, el origen está en el impacto de las acciones de los seres humanos (Harper, 2008).

Sin embargo, no podemos olvidarnos de la dinámica compleja de los problemas ambientales. Por una parte, se producen a gran escala y comprometen a muchísimas personas, con diferentes percepciones del riesgo, distintos horizontes temporales, valores contrapuestos y que se distinguen unas de otras en términos de acceso al poder y a los recursos (Susskind, 1981). Además, implican sistemas complejos que

incluyen a quienes se encargan de diseñar políticas y medidas, a las partes implicadas directa o indirectamente en la gestión de estos problemas y a individuos, grupos y futuros participantes. Hacen también referencia a sistemas naturales no humanos que no son bien conocidos (Suskind y Field, 1996).

El desarrollo científico y tecnológico ha contribuido de manera decisiva a la transformación de las sociedades humanas. Una de estas contribuciones está muy relacionada con nuestro modo de ver el medio ambiente. Porque la identificación de los problemas ambientales está estrechamente relacionada con hallazgos científicos. No obstante, estos problemas no suelen surgir de la nada, ni en un periodo corto de tiempo. Más bien al contrario. La evidencia científica se va acumulando poco a poco, en un proceso que no es lineal (Hannigan, 2006). En un momento determinado, este conocimiento *alcanza* a la sociedad en su conjunto y suele desembocar en la preocupación por el tema. Esta preocupación social debería traducirse en algún tipo de acción o puesta en marcha de medidas que contribuyan a resolver el problema y, de este modo, a eliminar la preocupación. Pero no suele ocurrir así.

¿Por qué la preocupación no genera acción? Pues, básicamente, por dos motivos. Por un lado porque los problemas ambientales producen dilemas sociales y demandan cooperación. Por otro, porque cada vez hay menos dudas de que las soluciones pasan, directa o indirectamente, por cambiar las actitudes y estilos de vida de las personas (Corraliza et al., 2002). Los estilos de vida son entendidos, de acuerdo con Anthony Giddens (1991), como conjuntos de rutinas y prácticas que definen la identidad de los individuos. Determinan qué comemos, cómo nos vestimos, qué ambientes frecuentamos o a qué dedicamos nuestro tiempo de ocio; es decir, condicionan nuestras prácticas cotidianas y hábitos de consumo. Y cambiarlos es muy difícil. Directamente relacionada con estos dos motivos, otra dificultad añadida para convertir la preocupación por el medio ambiente en acción es que, en muchas ocasiones, dicha acción implicaría llevar a cabo profundos cambios del sistema socioeconómico imperante. Dichas reformas estructurales y de gran calado no están al alcance ni de los ciudadanos ni tan siquiera de los políticos, elegidos democráticamente por dicha ciudadanía, debido a las presiones que distintos sectores globales estratégicos, como el energético y el financiero, ejercen sobre su labor para salvaguardar sus intereses manteniendo el *statu quo*.

En relación con el primer motivo, es importante tener en cuenta que, a pesar de que el elemento que sirve como desencadenante para las llamadas a actuar es el cambio físico, es decir, el deterioro que se observa, los problemas ambientales son problemas sociales. Porque son las sociedades humanas, con sus acciones, las que más contribuyen a generarlos (Harper, 2008). Y la acción que debería ponerse en marcha genera un conflicto entre los intereses del individuo y los del grupo, o entre los intereses a corto y a largo plazo. Además, los individuos por sí solos no pueden hacer nada para evitar las consecuencias de la conducta colectiva (Lynn y Oldenquist, 1986). Por tanto, la protección del medio ambiente demanda cooperación y esfuerzo colectivo. El desafío es conseguir que las sociedades humanas y los individuos que las forman contribuyan a una causa común. Sin embargo, la cooperación requiere asumir costes a corto plazo cuando los beneficios se van a producir a largo plazo. Y comportarse de forma egoísta proporciona beneficios inmediatos (Glancey y Huberman, 1994).

En el contexto internacional, aunque el número de beneficiarios y posibles contribuyentes al bien público global puede ser mucho mayor que a escala nacional, también lo es el de contribuidores potenciales a un *mal* público. La distribución temporal y espacial de las causas y los efectos hace que sea difícil identificar a quienes no cooperan y no se dispone de medios para sancionarlos. Si no hay apoyo institucional ni esfuerzo para una acción colectiva, la situación tiende a degradarse mediante lo que en teoría de juegos se denomina *equilibrio de Nash* (Zoeteman et al., 2005). Este equilibrio está presente cuando hay un conjunto de estrategias tal que ningún jugador se beneficia cambiando su estrategia mientras los otros no cambian la suya (Esty e Ivanova, 2005).

Por lo que respecta al segundo motivo, las dificultades se asocian con la aversión a la pérdida: en igualdad de condiciones pesan mucho más las pérdidas que las ganancias. Como resultado, percibimos que cualquier cambio que debamos afrontar en nuestro estilo de vida implica pérdida segura y, por tanto, decidimos asumir el riesgo. No somos capaces de apostar por las ganancias futuras. Porque actuar *bien* implica, en cierto modo, ir contra nosotros mismos, contra nuestros deseos y necesidades percibidas. Esto requiere autocontrol y, por tanto, mucho esfuerzo (Kahneman, 2011). De hecho, el temor de los responsables políticos a la polémica y el rechazo por parte de los ciudadanos de las medidas para resolver los problemas medioambientales radica en la necesidad de promover cambios en estos estilos. Como señaló Obama en su discurso ante la Asamblea General de la ONU en Nueva York el 22 de septiembre de 2009 en relación con el cambio climático, los gobernantes comprenden la gravedad de la amenaza sobre el clima, pero tienen que hacer frente a las dudas y dificultades que plantean los ciudadanos cuando tratan de encontrar soluciones para el cambio climático. No obstante, cuando se tiene en cuenta la perspectiva de los ciudadanos se observa que una de las principales barreras mencionadas por ellos para explicar su falta de compromiso es la percepción de que la acción política de los gobiernos locales, nacionales e internacionales es limitada (Lorenzoni y otros, 2007). Las acciones que se ponen en marcha están más basadas en evitar las consecuencias negativas que en buscar alternativas positivas.

En muchas ocasiones la preocupación por un problema medioambiental, y la correspondiente atención mediática, descienden, pero no porque dicho asunto se haya solucionado total o parcialmente. Según el modelo del ciclo de atención a los problemas medioambientales de Anthony Downs (1972), tras la fase de máxima atención y preocupación aparece una sensación de fatiga informativa (medios) y saturación cognitiva (ciudadanos) que, combinadas con una reducida sensación de autoeficacia para abordar el problema, provocan impotencia. Con objeto de evitar dicha impotencia, el problema medioambiental queda relegado a lo que este autor denomina un "limbo prolongado", del que puede retornar a la actualidad y volverse a convertir en tema preocupante con mucha más facilidad que la primera vez que captó la atención de los medios de comunicación y de los ciudadanos. Además de las dinámicas del modelo de Downs, la competición entre distintos tipos de problemas sociales por captar la atención y recursos cognitivos interviene también a la hora de traducir la preocupación en acción, según recoge la teoría de las esferas públicas de Hilgartner y Bosk (1989).

- CAMBIO CLIMÁTICO

El modelo actual de desarrollo de la especie humana tiene muchas e importantes consecuencias, entre las que se puede mencionar el cambio del sistema climático, la pérdida de biodiversidad, la contaminación, la sobreexplotación de los recursos y la desigualdad. Sin embargo, de todos ellos, el más acuciante es el cambio climático. Porque, como ha señalado el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), es el principal problema ambiental al que debemos enfrentarnos, porque es el más global y repercute sobre todos los demás (UNEP, 2014). De hecho, el cambio climático “afecta ya a nuestra capacidad para garantizar el bienestar humano y el desarrollo sostenible, desde el crecimiento económico a la seguridad alimentaria. Los cambios en los patrones del clima, por ejemplo, amenazan a la producción de alimentos a través del aumento en la variabilidad de las precipitaciones, la contaminación de las reservas de agua costeras por el incremento en los niveles del mar, y el riesgo de inundaciones; y los eventos climáticos extremos, que se prevén más frecuentes y graves, pueden causar devastación” (UNEP, 2014: 10). Además, en un artículo publicado en la revista *Nature*, también en mayo de 2014, investigadores de la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard han encontrado que los niveles altos de CO₂ en la atmósfera disminuyen el valor nutritivo de los alimentos cultivados.

Sin embargo, no hay forma de alcanzar un compromiso internacional *serio* para disminuir la gravedad del problema. Hay varios motivos. Por un lado, sigue sin percibirse que haya un riesgo próximo en el tiempo o en el espacio, sobre todo para la especie humana. Además, es un problema indisoluble del modelo de desarrollo humano, estrechamente vinculado al sistema económico. Y no solo no se percibe el riesgo, sino que, en un alarde de la ceguera cortoplacista y el ansia economicista que impera en el mundo occidental en la actualidad, el cambio climático se ve cada vez más como una oportunidad para el enriquecimiento. Sirva como ejemplo más reciente el artículo publicado en el periódico *El País* el 4 de enero de 2015. Con el título “Las rentas del cambio climático”, en él se señala que empresas y fondos de inversión están a la caza de negocios que buscan obtener beneficio económico del calentamiento del planeta. No obstante, no es una idea nueva. La evidencia de que la falta de implicación se basa en la visión del cambio climático como oportunidad de negocio ya se pudo observar en los medios de comunicación en 2007, el año en que el tema se empezó a convertir en una realidad comúnmente aceptada. Hasta el punto de que hubo quien vio la necesidad de atacar la línea de flotación de los científicos del clima. Da la impresión de que el origen del *Climagate* no está tanto en el hecho de que se reconociera por primera vez, sin fisuras, la influencia antropogénica, como que en el informe del Grupo 3 sobre medidas de mitigación del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) se señalara que el coste económico de afrontar el problema era menor que el que se derivaba de no hacer nada, y era perfectamente asumible. El coste económico del abordaje del problema había sido, hasta ese momento, el principal argumento para justificar la parálisis.

La influencia del conocimiento científico en la implicación de la sociedad cuando se trata de hacer frente al cambio climático está estrechamente vinculada a la confianza en la ciencia y los científicos (Malka et al., 2009). Estos autores han encontrado que el

conocimiento sobre el cambio climático aumenta la implicación de los ciudadanos a la hora de contribuir a disminuir el problema, pero solo en aquellos que tienen confianza en la fiabilidad de la información proporcionada por los científicos que alertan sobre el problema. Por otro lado, en la UICC hemos encontrado que el conocimiento científico tiene una relación directa y positiva con la confianza y el compromiso con la ciencia. Es decir, el que más sabe, más confía y más comprometido está (Muñoz van den Eynde, 2014a).

Al abordar el reto que supone el cambio climático hay que tener en cuenta qué tipo de clima nos depara el futuro, y cómo preparar a la sociedad para hacer frente a la evolución del clima, resultado de la suma de la variabilidad natural y de la actividad de la especie humana. La ciencia del clima se ocupa de investigar las variables del sistema climático a lo largo de un periodo de tiempo y de hacer previsiones sobre cuál será el clima a medio y largo plazo. La finalidad última de estos estudios es que las sociedades se puedan anticipar a las posibles alteraciones del clima y, en la medida de lo posible, reducir sus impactos negativos. Desde el punto de vista de la ciudadanía, cada vez más exigente con sus dirigentes políticos en cuanto a la demanda constante de reducción de la incertidumbre, una sociedad más informada y preparada tiene más capacidad para responder ante la ocurrencia de eventos que entrañen riesgo. El papel de la ciencia y los científicos se ha revelado, en este sentido, determinante, tanto a la hora de identificar el problema, como en su monitorización y el diseño de medidas para reducir la vulnerabilidad de los sistemas sociales, ecológicos y económicos.

El cambio climático como caso sobre el papel de la ciencia y los científicos en la sociedad también ilustra las complejas interacciones y sinergias que se dan a nivel macrosocial entre la esfera científica y la política global. Muestra de ello es la creación del mencionado IPCC en el seno de las Naciones Unidas, con el mandato de recabar información sobre la evolución del clima, las causas y consecuencias de dicha evolución y la manera de hacerle frente, conjugando la salvaguarda del desarrollo económico y el respeto por el medio ambiente y la biodiversidad. Los Estudios Sociales de la Ciencia conciben la ciencia contextualizada en lo social, teniendo en cuenta tanto los factores epistémicos que entran en juego –objetividad, racionalidad, causalidad, etc.–, como otro tipo de factores no epistémicos –sociales, políticos, culturales- que también influyen en la actividad científica y en las sinergias entre dicha actividad y el conjunto de la sociedad.

III. CIENCIA

La relación entre la ciencia y la sociedad no es todo lo fluida que sería deseable en un contexto como el actual, en el que dependemos cada vez más de los desarrollos científicos y tecnológicos para desenvolvemos en nuestro día a día. Durante mucho tiempo, esa relación fue muy desigual; los científicos desarrollaban su actividad sin ninguna, o con escasa oposición, y los ciudadanos aceptaban convencidos y, posiblemente, asombrados, sus resultados. Sin embargo, desde mitad del siglo XX, se ha ido modificando, reduciéndose el desequilibrio entre expertos y ciudadanos. Este cambio es resultado de dos elementos fundamentales. El primero de ellos tiene que ver con la constatación de que los desarrollos científicos y tecnológicos se asocian con riesgos y pueden generar efectos indeseados, aunque solo sea porque ofrecen una

realidad que no termina de resultar satisfactoria. El segundo elemento se asocia con los esfuerzos por capacitar a la población para hacer frente a una realidad en la que la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones, desempeñan un papel cada vez más relevante. Como resultado de estos dos factores, encontramos a una población más dispuesta a, y preparada para, manifestar sus recelos sobre algunos desarrollos científicos y tecnológicos, especialmente cuando percibe que se pretende limitar o incluso eliminar su capacidad para decidir (Muñoz van den Eynde y Lopera Pareja, 2014).

La reducción de las distancias entre la ciencia y la sociedad parece haber generado alarma en la comunidad científica (incluyendo en ella a los gestores de la ciencia), que lleva tiempo buscando estrategias para reducir los recelos de la ciudadanía. La mayor parte de la investigación en este campo se ha basado en dos premisas básicas. La primera parte del supuesto de que los ciudadanos tienen cada vez más dudas acerca de la capacidad de la ciencia y la tecnología para proporcionar bienestar a la humanidad. La segunda considera que la suspicacia social hacia la ciencia y la tecnología se debe a la existencia de algún tipo de déficit que limita la capacidad de la ciudadanía para comprender el fundamento científico de los nuevos desarrollos (Allum y otros, 2008).

No hay evidencia de que exista una actitud negativa hacia la ciencia y la tecnología en la población española ni europea, sino, en todo caso, una visión realista, según la cual los ciudadanos son conscientes de los riesgos y las posibles consecuencias negativas de la ciencia, pero también de sus aportaciones y de la necesidad de que haya investigación científica y que sea apoyada por las autoridades (Muñoz, Moreno y Luján, 2012; Muñoz van den Eynde, 2013; Muñoz y Moreno, 2013; Muñoz van den Eynde y Luján, 2014). Tampoco parece posible afirmar que se haya producido un deterioro en la actitud de la población hacia estos temas a lo largo de los años; más bien al contrario (Muñoz van den Eynde, 2012, 2013, 2014b). Sin embargo, los datos disponibles apuntan a la existencia de un problema importante en la relación de la sociedad con la ciencia: hay falta de compromiso. Por ejemplo, se ha encontrado que los ciudadanos ven la ciencia como una herramienta de la que disponen los políticos, pero no como algo a lo que ellos puedan recurrir para desenvolverse mejor en su vida cotidiana y en su toma de decisiones (Muñoz van den Eynde, 2012). Además, los ciudadanos no perciben los recortes en la financiación pública de la ciencia como algo que les afecte personalmente, lo que también denota falta de implicación (Muñoz van den Eynde, 2014b). Por último, en lo que nos vamos a centrar más, preocupa la falta de vocaciones científicas en todo el mundo. Progresivamente se va reduciendo el número de alumnos matriculados en las carreras de ciencias *duras*, parece ser que debido, entre otros factores, precisamente a su dureza y dificultad (Convert, 2005).

El conocimiento desempeña un papel fundamental en el modo en que se aproximan los ciudadanos a la ciencia. Se ha encontrado que un mayor conocimiento científico se traduce en una mayor confianza en la ciencia (Einsiedel, 1994; Roduta Roberts et al., 2011). Se ha encontrado también que el conocimiento influye en la opinión de los ciudadanos sobre la necesidad de tomar parte en las decisiones sobre ciencia y tecnología, de tal manera que al aumentar las dificultades para manifestar una opinión sobre estos temas, disminuye la importancia atribuida a la participación ciudadana (Muñoz van den Eynde, 2012) y empeora la percepción acerca de la propia capacidad

para influir en la toma de decisiones sobre políticas públicas que implican a la ciencia y la tecnología (Einsiedel, 1994; Miller, 1998, 2004)). Por último, hace falta conocimiento científico para desenvolvernó en el mundo real (Maienshein, 1998). Porque los malos entendidos de la ciudadanía con respecto a la ciencia pueden llevar a rechazar una tecnología útil para la sociedad, pero también pueden provocar abusos o malos usos. Por ejemplo, los pacientes insisten en demandar antibióticos para tratar problemas que no tienen origen bacteriano, y los ganaderos y agricultores persisten en utilizarlos de manera incorrecta, con supuestos fines predictivos, contribuyendo, ambos elementos, al desarrollo de resistencia a las bacterias y, por tanto, a la pérdida de eficacia de estos fármacos (House of Lords Select Committee, 2000). En 2011 se estimó en 25.000 el número de personas que mueren cada año en Europa como consecuencia de la resistencia a los antibióticos, en parte debido al suministro preventivo de estos productos a animales y plantas¹. La situación ha ido empeorando, hasta el punto de que la Organización Mundial de la Salud se ha visto en la necesidad de emitir, en 2014, una alerta sobre el tema. La idea es clara: “si no cambiamos nuestra forma de producir, prescribir y utilizar los antibióticos, el mundo sufrirá una pérdida progresiva de estos bienes de salud pública mundial cuyas repercusiones serán devastadoras”².

Además, se ha encontrado que el conocimiento influye en la confianza en, y el compromiso con, la ciencia. Y ya hemos señalado que mientras no hay evidencia de actitud negativa en la población, sí la hay de falta de compromiso. Si queremos fomentar el compromiso de la sociedad con la ciencia, debemos ser capaces de trasladar a la población la idea de que nos ayuda a entender cómo funciona el mundo, y a encontrar soluciones y alternativas a algunos de los problemas que nos acechan, como el deterioro del medio ambiente, tal y como hemos mencionado. Y despertar la curiosidad de los ciudadanos. Para lograrlo, es fundamental fomentar la actitud científica como resultado de haber generado cultura científica. Y para ello hay que tener en cuenta que la formación recibida puede contribuir a desarrollar el interés por la ciencia, o a todo lo contrario (Vázquez y Manassero, 2008).

La falta de vocaciones científicas, de la que nos ocupamos a continuación, resulta especialmente preocupante en un momento como el actual, en el que es cada vez más evidente que la especie humana se enfrenta al gran desafío que plantea el cambio climático. Este problema es consecuencia de nuestro modelo de desarrollo y de nuestro modelo de sociedad. Para hacerle frente, es necesario cambiar este modelo y, por tanto, nuestro estilo de vida. En la necesidad de realizar este cambio reside una buena parte de las dificultades para implicar a la sociedad en la puesta en marcha de las medidas necesarias. Porque el estilo de vida determina lo que hacemos y cómo lo hacemos, y el cambio se percibe como una pérdida. Sin embargo, existen alternativas que no tienen por qué ir asociadas a una pérdida de calidad de vida. Los nuevos desarrollos tecnológicos, diseñados para superar algunos de los límites que caracterizan nuestra relación con la naturaleza, son una de esas alternativas. Pero no debe ser la única. La apuesta por el desarrollo tecnológico puede no llevarnos todo lo lejos que necesitamos. Por ejemplo, entre quienes afirman que el cambio climático es bueno para nuestra especie están quienes aspiran a aprovechar la disminución en la capa de hielo del Océano Ártico para extraer petróleo o crear nuevas

¹ El País, 17 de noviembre de 2011

² El País, 30 de abril de 2014

rutas comerciales utilizando vías que no estaban disponibles. Por tanto, el desarrollo tecnológico debe ir acompañado de nuevos desarrollos sociales, que nos muestren otras formas de actuar. En ambas cuestiones desarrolla un papel importante la innovación, de la que nos ocuparemos más adelante. Sin embargo, y volviendo a la preocupación por las vocaciones científicas, disponer de nuevos desarrollos requiere jóvenes implicados en su realización y, por tanto, con actitud científica y orientación a la innovación.

- LA FALTA DE VOCACIONES CIENTÍFICAS

En el momento de la historia de nuestra especie en el que más altas cotas de desarrollo científico y tecnológico se han alcanzado, y en el que la ciencia forma parte esencial de nuestro día a día, asistimos también a la preocupación mundial por la crisis de vocaciones científicas. El número de alumnos matriculados en carreras de ciencias disminuye año tras año. También lo hace el número de alumnos matriculados en el tercer ciclo de las enseñanzas universitarias, los que, en principio, estarían interesados en desarrollar una carrera científica. Este descenso se observa igualmente en los alumnos de secundaria que, en el momento de elegir itinerario formativo-profesional, hacen poco caso de la rama de ciencias. Como señala Fensham (2004), cada vez hay menos interés por la ciencia en la escuela. Esta falta de interés se hace especialmente patente a partir de los 12 años, en la transición de la educación primaria a la secundaria, etapa que coincide con el inicio de la adolescencia. A partir de este momento, la curiosidad e interés que los niños sienten de manera natural por la ciencia, se convierten en desinterés, aburrimiento y experiencias de fracaso escolar (Murphy y Beggs, 2003). No obstante, las principales diferencias entre los estudiantes de secundaria y los de primaria se producen en las actitudes hacia la ciencia escolar; afortunadamente, este cambio no va acompañado de un deterioro en la imagen de la ciencia (Vázquez y Manassero, 2008). Pero como resultado de esta pérdida de interés, los jóvenes van abandonando la ciencia escolar y, por tanto, la ciencia y las carreras científicas.

Detrás de esta falta de interés, tanto entre los estudiantes de secundaria como los universitarios, se esconde la percepción de que la ciencia es difícil, aburrida, dura, y poco relevante para la vida cotidiana (Vázquez y Manassero, 2008). Además, en el caso de los estudiantes universitarios, los jóvenes piensan, por un lado, que optar por una carrera no científica incrementa sus opciones de obtener un título (por ser, supuestamente, más fáciles); por otro, consideran que las carreras de ciencias no tienen mercados de empleo especialmente favorables, ni se asocian con valores especialmente positivos en las nuevas generaciones (como sí ocurría, por ejemplo, en los años 1960 y 1970, en momentos clave de la conquista del espacio). Esta realidad hace que no haya elementos que compensen la dureza percibida de ese tipo de carreras (Convert, 2005).

Esta percepción es la que debe estar detrás de un resultado en cierto modo paradójico: los estudiantes creen que la ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad y contribuirán a que haya mejores oportunidades para las generaciones futuras, pero al mismo tiempo muestran una notable falta de interés por desarrollar una carrera científica. Cuando hacen falta científicos para hacer realidad esa creencia (Vázquez y Manassero, 2008).

La percepción negativa del aprendizaje de la ciencia tiene mucho que ver con el modo en que se enseña (Fensham, 2004; Vázquez y Manassero, 2008). En este contexto, la enseñanza de las ciencias se ve expuesta a varios problemas importantes: el desconocimiento del proceso de producción del conocimiento científico por parte de los profesores, el escaso reconocimiento a la bondad de utilizar en la enseñanza de la ciencia las actividades experimentales, cuando es uno de los elementos que más interesan y motivan a los alumnos, y las dificultades para relacionar los conocimientos científicos con los problemas de la vida diaria (Murphy y Beggs, 2003; García-Ruiz y Sánchez-Hernández, 2006). Como ha señalado Acevedo et al. (2005), la enseñanza de las ciencias tiende a centrarse en los contenidos conceptuales, olvidando la formación sobre la naturaleza de la ciencia, es decir, sobre qué es ciencia, cómo funciona, cómo se construye y desarrolla el conocimiento científico, cuáles son los métodos que utiliza para validar este conocimiento, qué valores están implicados en la actividad científica, cuál es la naturaleza de la comunidad científica, cuáles los vínculos con la tecnología, la relación con la sociedad, o las aportaciones a la cultura y al progreso de la sociedad.

- EL COMPROMISO PÚBLICO CON LA CIENCIA (*Public Engagement with Science*, PES)

A partir de finales de la década de 1990, las administraciones públicas, pero también entidades y organizaciones privadas, han ido invirtiendo cada vez más esfuerzo en promover el compromiso público con la ciencia (PES, *Public Engagement with Science* en inglés) a partir del diálogo entre las partes implicadas (Davies et al, 2009).

No obstante, estos esfuerzos no han estado libres de problemas y críticas. Por un lado, muchas de las actividades se han diseñado con el objetivo de enriquecer la ciencia y favorecer su gobernanza, pero no para lograr tener una ciudadanía científicamente más culta, capaz de participar activamente en la resolución de las controversias relacionadas con la ciencia y la tecnología (Muñoz van den Eynde, 2014a).

Los esfuerzos para implicar a la población en la toma de decisiones sobre políticas de ciencia han adoptado numerosos formatos (consultas ciudadanas, grupos de discusión, encuestas deliberativas, jurados ciudadanos, conferencias de consenso, etc.). Todos ellos se agrupan bajo el término “diálogos” o “encuentros de diálogo”. Los estudios académicos sobre este tipo de iniciativas critican que siguen estando dominados por la ciencia y se plantean exclusivamente en términos científicos, sin incorporar otros tipos de conocimiento o perspectivas y orientaciones más amplias (Davies et al, 2009).

Pero la búsqueda de participación ciudadana no ha quedado limitada a estos encuentros de diálogo. De manera simultánea, organizaciones sin competencias en ciencia formal o en las políticas científicas, y sin conexión con la gobernanza de la ciencia, empezaron a utilizar términos como participación, compromiso y ciencia y sociedad. Y pusieron en marcha encuentros de diálogo en los que estaba ausente el objetivo de informar a las políticas (Davies et al, 2009). Es lo que se ha dado en llamar educación científica informal (*Informal Science Education*, ISE). Estas iniciativas suelen dirigirse a incrementar el interés general por, la implicación con, y el

conocimiento de, contenidos y procesos científicos. Y utilizan el término “compromiso” para describir la implicación de la ciudadanía con el aprendizaje de la ciencia (McCallie et al, 2009).

Las iniciativas que buscan alcanzar un compromiso de los ciudadanos con la ciencia (el *public engagement with science* mencionado), parten del supuesto de que para hacer frente de la mejor manera posible a los desafíos y elecciones relacionados con la ciencia y la tecnología, es necesario tener en cuenta el mejor conocimiento científico disponible. Pero no es suficiente, hay que crear las oportunidades para que haya un intercambio de conocimientos, ideas y perspectivas aportados por todas las partes implicadas, ciudadanos, políticos, gestores y científicos. Por tanto, las actividades de educación científica informal son una buena oportunidad para fomentar estos intercambios (McCallie et al., 2009).

Este tipo de iniciativas cobran más relevancia si prestamos atención a la percepción que tienen los científicos sobre los ciudadanos. En una revisión sobre este tema se ha encontrado que los científicos consideran que la población no está suficientemente bien informada sobre los temas de ciencia y, además, no está interesada en estarlo mejor. Piensan también que los ciudadanos no son racionales ni sistemáticos, se apoyan en datos anecdóticos, reaccionan de forma exagerada ante los riesgos y no son permeables a nuevas evidencias. Por otro lado, algunos de los estudios seleccionados por estos autores han encontrado también que los científicos creen que los ciudadanos no confían en los científicos e incluso son hostiles (Besley y Nisbet, 2013). En cualquier caso, esta visión cambia bastante cuando los científicos tienen la oportunidad de interactuar con los ciudadanos en actividades diseñadas para fomentar el contacto entre ambos grupos (Pearson et al., 1997).

IV. CULTURA Y CONCIENCIA

La cultura es un concepto complejo, abordado por diferentes disciplinas, y con gran cantidad de definiciones. Una buena parte de esta complejidad tiene que ver con el hecho de que la cultura forma parte de nosotros, no podemos aislarnos de ella para definirla o estudiarla. Por otro lado, es multidimensional. Y esta realidad contribuye a complicar más su estudio, sobre todo si se pretende analizarla como un todo.

El sociólogo Zygmunt Bauman considera que las dificultades para saber de qué hablamos cuando hablamos de cultura se deben a que se utiliza un único término para hacer referencia a tres conceptos distintos. En primer lugar tenemos la cultura como concepto jerárquico. Es un uso muy extendido en el lenguaje cotidiano, y refleja la idea de que hay una naturaleza ideal del ser humano, y que la cultura hace referencia al esfuerzo por alcanzar ese ideal. Dicho de otro modo, mediante este concepto se etiqueta a las personas atendiendo a su *nivel* de cultura. El segundo concepto implica marcar las diferencias entre distintas comunidades de individuos. Es decir, la cultura es una propiedad compartida por un grupo de personas, que les permite estar cohesionados, y los diferencia del resto de grupos. Por tanto, se tiende a hablar de culturas, en plural. En tercer lugar tenemos el concepto genérico, que habla de los atributos que unen a la especie humana y la diferencian de cualquier otra cosa (Bauman, 2002). Aunque van surgiendo diferentes evidencias que contradicen la suposición de que la cultura es un rasgo exclusivo de nuestra especie, lo interesante

de este planteamiento es la idea de que la cultura es un elemento clave en la evolución de los seres humanos. Esta idea ha sido señalada también por muchos otros autores, procedentes de diversas disciplinas. Por ejemplo, Damasio, Edelman y Levi-Montalcini desde la neurociencia; Carbonell, Arsuaga y Martínez (del equipo de Atapuerca) desde la antropología y la paleontología; o Bruner, Schweder, Markus o Hamedani desde la psicología cultural.

La psicología cultural es un área, dentro de la psicología, que defiende nuestra total dependencia de la cultura. Es decir, las personas pertenecemos a redes sociales, grupos, comunidades, etc., y estamos constantemente relacionándonos unos con otros. No podemos evitar reaccionar ante, y sintonizar con, los pensamientos, sentimientos y acciones de los demás (Markus y Hamedani, 2007). Esto significa que no podemos desconectar de nuestro entorno sociocultural; es decir, no hay una persona neutral o natural que exista y se desenvuelva en el día a día independientemente de su contexto, de la realidad que la rodea.

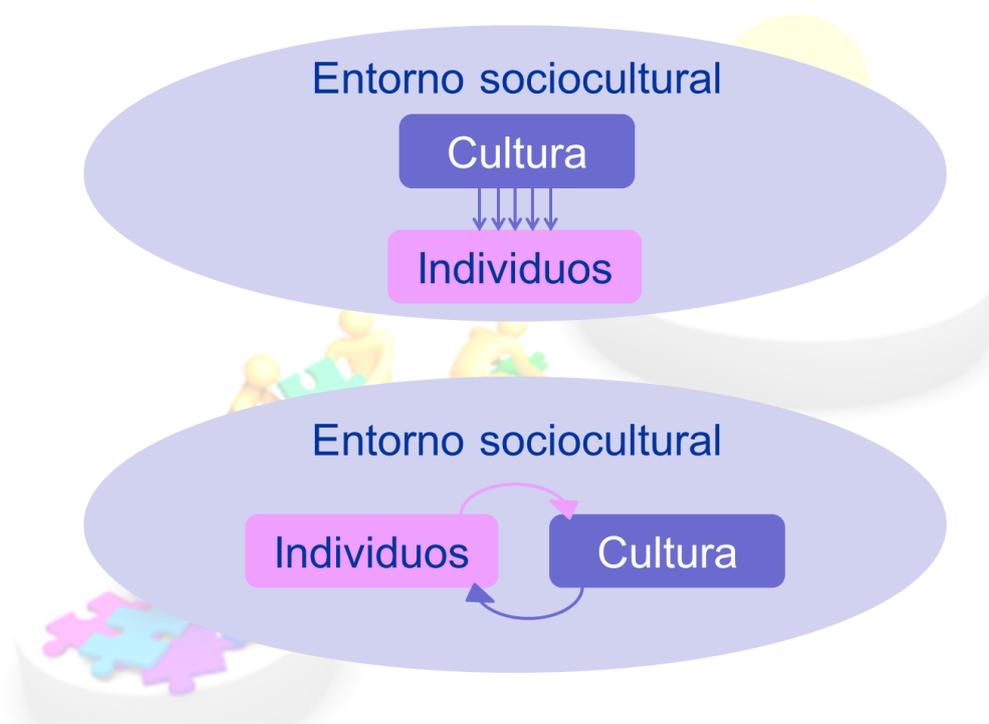
Por otro lado, como hemos dicho al principio, la cultura forma parte de nosotros. Es todo lo que nos rodea, e incluye los conceptos y los elementos materiales. Es decir, en ella se incluyen los significados (ideas, imágenes, representaciones, actitudes, valores, prototipos y estereotipos) y una serie de elementos materiales o socio estructurales (productos culturales, interacciones interpersonales, prácticas y sistemas institucionales) (Markus y Hamedani, 2007). En la UICC del CIEMAT estamos especialmente interesados en los significados.

En la figura 1 se representa el cambio de planteamiento en la relación entre la cultura y los individuos. La primera elipse representa la visión *tradicional*, desde la que se plantea la influencia de la cultura sobre los individuos, pero no en el sentido opuesto. En cambio, la segunda hace referencia a la influencia recíproca de la cultura a los individuos, y de los individuos a la cultura.

Pero no podemos olvidar que las personas somos entidades biológicas y, por tanto, nuestro comportamiento tiene una importante base biológica y evolutiva. Sobre esta base influye la cultura, que está estrechamente relacionada con el desarrollo de la mente humana. Para Gerald J. Edelman (2006), el origen de la cultura está en el desarrollo del lenguaje, en la capacidad para comunicarse con los demás. Una vez que emergió en el proceso evolutivo de la especie humana, se convirtió en un determinante de la evolución posterior. En cambio, Antonio Damasio (2010) considera que la cultura es una consecuencia del desarrollo de la conciencia. Para este autor, durante la evolución de los mamíferos y, en especial, de los primates, la mente fue cobrando cada vez más complejidad hasta que las mentes conscientes de los seres humanos, apoyadas por mayores capacidades de memoria, razonamiento y lenguaje, dieron lugar a la conciencia. La conciencia es una mente dotada de subjetividad. Es la que hace que haya conocimiento, es el origen de la cultura y la historia. A su vez, la cultura generó nuevas vías de regulación. Según Damasio hay dos tipos de homeostasis, básica y sociocultural. La homeostasis básica está centrada en los procesos de regulación de la vida. La sociocultural se ocupa de la regulación social mediante los sistemas de justicia, las organizaciones políticas y económicas, las artes o la ciencia y la tecnología. Ambas están separadas por miles de millones de años de

evolución, pero tienen como objetivo la supervivencia. Los miembros de la especie humana necesitamos la interacción de ambos tipos de regulación.

Figura 1. Relación entre la cultura y los individuos. Adaptado de Markus y Hamedani (2007).



Para Damasio, la principal contribución de la conciencia ha sido mejorar nuestra capacidad de adaptación a través de la cultura, entre otras cuestiones. Por lo tanto, el intercambio económico, las creencias religiosas, las convenciones sociales, las reglas éticas, las leyes, las artes, la ciencia y la tecnología son instrumentos culturales que contribuyen a la supervivencia de la especie humana.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, consideramos que la cultura es un conjunto de significados (ideas, imágenes, actitudes y valores) y elementos socio estructurales (productos culturales, relaciones interpersonales, prácticas y sistemas institucionales) que emergen de las conciencias de los grupos de individuos en interacción, teniendo en cuenta que la conciencia es una propiedad emergente de la mente que, a su vez, es una propiedad emergente del cerebro. Estos elementos surgen como resultado de la regulación, de la homeostasis biológica y sociocultural y, por tanto, influyen en la capacidad de adaptación de la especie humana. La cultura es producto y origen, en una relación bidireccional, de la socialización. Se institucionaliza por medio de la educación y de la propia sociedad, ya que es una propiedad emergente resultado de la cooperación de sus integrantes.

Para terminar este apartado, hay que señalar que el carácter multidimensional de la cultura requiere poner el foco en alguna/s de sus dimensiones si se quiere obtener una definición operativa. En la UICC nos centramos en tres estrechamente relacionadas entre sí: ciencia, medio ambiente e innovación.

- CULTURA CIENTÍFICA

Como han señalado distintas personalidades e instituciones relevantes, estamos rodeados de ciencia en nuestra vida cotidiana. Los desarrollos científicos y tecnológicos tienen impactos visibles en las vidas de las personas (Bodmer, 1985; OCDE, 2014). Por este motivo, una mejor comprensión de la ciencia facilitaría la toma de decisiones de los ciudadanos en su vida cotidiana. Pero no solo. Una mejor comprensión de la ciencia contribuye a la participación activa de la población en la gestión de las cuestiones con una importante base científica y/o tecnológica. Pero eso solo es posible si los ciudadanos están bien formados e informados. Es decir, si tienen cultura científica.

Centrándonos en los significados, se puede definir esta dimensión de la cultura como un sistema de creencias sobre la ciencia y la tecnología bien estructurado, con una visión crítica y conocimiento de las herramientas adecuadas y disponibles para interpretar de forma conveniente la información científica, pero no solo, también el mundo que nos rodea. Porque, como ha señalado López Cerezo (2005), una persona será científicamente culta cuando sea capaz de utilizar la información científica en su vida cotidiana; al mismo tiempo, a una persona científicamente culta esto le permite formarse una opinión realista de los interrogantes y desafíos que plantean los desarrollos científicos y tecnológicos. Una cuestión fundamental es ser consciente de que la actividad científica se asocia con incertidumbre, y que esa incertidumbre no invalida los resultados obtenidos.

La conciencia científica es el resultado de conocer la presencia, importancia y utilidad de la ciencia en el desarrollo de las sociedades humanas, sin obviar la necesidad de adoptar una perspectiva crítica. Esta dimensión de la conciencia cristaliza en una actitud global hacia la ciencia y la tecnología, que determina cómo se evalúa esta actividad, sus resultados, sus riesgos y las posibles consecuencias para la especie humana, pero también para el medio ambiente.

- CONCIENCIA AMBIENTAL

La conciencia ambiental es conocimiento de nosotros mismos en dependencia con el medio ambiente. Implica ser conscientes de la realidad y vigencia de los problemas ambientales, del papel que las sociedades humanas desempeñan en su generación y de la necesidad de poner en marcha medidas que contribuyan a mejorar la situación creada. Todo ello en un contexto de cultura ambiental que, como todas las dimensiones de la cultura, incluye significados (ideas, imágenes, actitudes y valores) y elementos socio-estructurales (productos, relaciones y prácticas y sistemas institucionales) centrados en el modo en que la especie humana interactúa con el medio ambiente. Influye en cómo lo percibimos y en cómo interactuamos con él.

La conciencia ambiental es importante por varios motivos. Primero, porque nuestro sistema actual de desarrollo nos está situando al borde de un acantilado y, al parecer, se nos está acabando el tiempo para empezar a actuar. Segundo, porque la especie humana se ha olvidado de que depende de la biosfera igual que el resto de seres que habitan en ella. Tercero, porque tomar medidas es difícil. Por tanto, la conciencia ambiental es esencial para identificar los problemas y los riesgos asociados al

deterioro del medio ambiente; y para fortalecer la posibilidad de actuar, porque se identifica la necesidad y se aportan alternativas.

Hay una estrecha relación entre la conciencia ambiental y la cultura científica. La cultura científica puede desempeñar una función importante a la hora de afrontar los problemas ambientales mediante dos vías de influencia fundamentales. Por un lado, contribuyendo a generar conciencia ambiental al proporcionar información sobre la degradación del medio ambiente, los factores causales y los riesgos asociados. Por otro, reforzando el vínculo entre conciencia ambiental y acción proambiental. Se ha encontrado, por ejemplo, que los individuos más implicados en la protección del medio ambiente tienen más conocimiento sobre el problema específico y sobre el modo de actuar para afrontarlo de forma más efectiva (Stern et al., 1992). Por otro lado, cuanto más compromiso requiera una actividad, menos se esfuerzan las personas por llevarla a cabo; sin embargo, conocer y comprender los problemas ambientales y sus causas debilitan esta relación y, por tanto, aumenta la implicación de los ciudadanos ante acciones que les demandan compromiso. Pero solo si se proporciona un conocimiento correcto. En cambio, para aumentar la preocupación basta con recibir información sobre el problema, aunque se hable de causas falsas como, por ejemplo, que el cambio climático se debe a la contaminación atmosférica (Bord et al., 2000) o al agujero de la capa de ozono (Ungar, 2000).

Por otro lado, la confianza en la ciencia y en los científicos influye en la implicación de la sociedad en general a la hora de hacer frente a los problemas ambientales. Malka et al. (2009) han encontrado que el conocimiento sobre los problemas ambientales aumenta la implicación de los ciudadanos en su solución, pero solo en aquellos que tienen confianza en la fiabilidad de la información proporcionada por los científicos que alertan sobre estos problemas. Esta confianza es susceptible de manipulación, como ocurrió con el citado caso del *Climagate* en 2009.

Hay que aceptar que comprender las bases científicas de los problemas ambientales, y, especialmente, las causas y consecuencias de los problemas ambientales globales, es difícil. El ideal sería lograr que todo el mundo tuviera la suficiente cultura científica para interpretar correctamente la información a la que tiene acceso. Pero no solo, también para que contribuyan activamente en la búsqueda y desarrollo de alternativas.

No obstante, a pesar de las dificultades mencionadas hasta aquí, hay margen para la acción. Se suele confiar en la capacidad de adaptación de nuestra especie y, como hemos mencionado previamente, el desarrollo tecnológico y social ofrece importantes posibilidades en un contexto de cultura innovadora. Es fundamental porque, como nos dicen desde la psicología cultural, la cultura influye en las personas y las personas influyen en la cultura, hay una relación bidireccional. Si surgen estos desarrollos, en un primer momento son aceptados por unos pocos, pero en un proceso de transformación cultural, se puede acabar desencadenando una reacción en cadena.

No hay duda de que nos enfrentamos a un desafío para nuestra capacidad de adaptación y supervivencia. Como ha señalado Edelman (2006), la evolución es el resultado de responder a los desafíos que plantea el medio ambiente, situando a las especies en una situación de competición por los recursos. Por eso es importante la innovación. Por ejemplo, el Índice de Progreso Social (IPS, *Social Progress Index*) es

un producto de la iniciativa *Social Progress Imperative* y mide la capacidad de los países para cubrir las necesidades de sus ciudadanos que no tienen que ver con cuestiones económicas. Incluye entre sus dimensiones la sostenibilidad ambiental, la igualdad de oportunidades, la tolerancia o el acceso a la educación básica y superior. El Índice Mundial de Innovación (IMI, *Global Innovation Index*) mide las capacidades innovadoras de los países y los resultados obtenidos. Es una iniciativa de WIPO (*World Intellectual Property Organization*), una agencia de las Naciones Unidas; INSEAD, una escuela de negocios; y la Universidad de Cornell en EEUU. La correlación entre ambos indicadores es casi perfecta, igual a 0,904. De hecho, mayor que la encontrada entre el IPS y el resto de las dimensiones que lo componen, que oscila entre 0,590 y 0,862 sobre un máximo de 1 y un mínimo de 0. Por otro lado, las asociaciones más débiles se producen entre el índice de sostenibilidad ambiental (SA), una de esas dimensiones del IPS, y el resto de indicadores, sobre todo cuando se combina SA y acceso a la educación superior. Es decir, innovación y progreso social van de la mano. Pero esa relación se debilita mucho cuando entra en juego la sostenibilidad ambiental. Este resultado parece contradecir a quienes señalan que las políticas actuales buscan la interacción entre las tres dimensiones del desarrollo sostenible: la económica, la social y la ecológica (biológica), otorgando a las tres sostenibilidades el mismo peso. Y da la razón a los autores que consideran que esta igualdad no ocurre en la realidad. En las distintas iniciativas políticas transversales de los Estados, la dimensión ambiental suele quedar relegada a un lugar secundario y estar condicionada, sobre todo, a la sostenibilidad económica y social (Bermejo, 2011). La balanza queda, por tanto, desequilibrada y aquí es donde es necesario actuar.

V. INNOVACIÓN

Como señala Muñoz (2012), la *vida* del término “innovación” es breve. Si utilizamos la historia de la humanidad como metáfora para posicionar los conceptos “cultura” e “innovación”, la primera se situaría en la prehistoria, mientras que la segunda se correspondería con la historia contemporánea gracias a las contribuciones de Friedrich List a principios del siglo XIX y de Joseph A. Schumpeter en el primer tercio del siglo XX. Es decir, ambos conceptos se sitúan en los dos extremos del desarrollo de nuestra especie. Sin embargo, la humanidad se construye sobre la innovación, sin ella no existiría transformación ni cambio posible, solamente parsimonia evolutiva. Es la capacidad de innovar y socializar las innovaciones la que permite los grandes cambios evolutivos de nuestra especie (Carbonell, 2008).

La especie *Homo sapiens* es una singularidad animal como resultado de su capacidad para innovar y socializar la innovación. Es decir, sin evolución biológica y social no hay innovación o emergencia, pero sin emergencia o innovación socializada no hay evolución humana. Nuestro género progresa socialmente a través de los sistemas de producción. La innovación, una vez socializada, genera un sustrato sobre el que se pueden estructurar nuevas relaciones sociales; por tanto, la retroalimentación entre el progreso técnico y el progreso social caracteriza el proceso de humanización (evolución técnica, social y cultural). Lo que propone Carbonell es que la innovación solo existe en la medida en que está socializada y, por tanto, para que haya cambios de gran alcance social debe haber una coevolución entre innovación y socialización. Carbonell utiliza el concepto de “resocialización”: sin innovación no hay socialización, sin socialización no hay innovación y para que haya resocialización (para que el

cambio se extienda por todas, o buena parte de las poblaciones humanas) se tiene que producir una innovación socializada (Carbonell, 2008).

La innovación, junto con otros conceptos como el de “sociedad de la información”, es un huésped permanente del discurso de políticos, empresarios, sindicalistas y los más variados agentes sociales. Todo el mundo habla hoy de innovación y emprendimiento como las tablas de salvación ante la crisis que padecemos, de todo tipo, no solo económica; sin embargo no siempre está claro a qué se hace referencia con el término. De hecho, la creciente literatura aparecida en los últimos años sobre innovación ha producido multitud de definiciones y clasificaciones (López Cerezo y González, 2013).

En la UICC definimos la innovación como el proceso mediante el que se extrae valor económico o social del conocimiento a través de su creación, difusión y transformación para obtener o mejorar productos o procesos que se ponen a disposición de la sociedad.

- CULTURA INNOVADORA

Cultura e innovación son dos conceptos que se han mantenido alejados uno de otro hasta finales del siglo XX, momento a partir del cual se han convertido en un binomio omnipresente. De hecho, se repite con insistencia que la cultura de innovación es imprescindible para que haya desarrollo económico y social, se defiende también que es la principal herramienta para superar la crisis económica mundial que venimos padeciendo desde mediados de 2007 o para lograr el necesario cambio de modelo económico en España (Muñoz, 2012).

Sin embargo, la generalización en el uso del término “cultura de innovación” no ha ido acompañada, desgraciadamente, del correspondiente análisis conceptual, del mismo modo que no se han estudiado las razones por las que ha existido esa separación entre ambos conceptos durante un periodo tan largo de la historia de la humanidad para convertirse de repente en uno de los eslóganes del discurso político y la gestión empresarial (Muñoz, 2012). Esta carencia torna el debate en confuso y poco preciso, circunstancia que se ve aún más agravada por el hecho de que no existe siquiera una denominación consensuada sobre lo que se quiere estudiar. Así, “cultura de innovación”, “de la innovación” o “innovadora” están siendo empleadas como expresiones equivalentes, en consonancia con el debate internacional en inglés que parece utilizar indiscriminadamente “culture of innovation”, “innovation culture”, “innovating culture” y otras etiquetas similares. En nuestro caso, emplearemos la locución “cultura innovadora” por considerar que es la que permite aprehender de manera más adecuada las características y dimensiones a que se quiere hacer referencia.

La combinación de “cultura” e “innovación” presenta dificultades relacionadas con la heterogeneidad y complejidad del concepto de innovación, que hace difícil identificar lo que es cultura en la innovación, o lo que hay de cultura en el discurso sobre innovación (Muñoz, 2012). De hecho, esta dificultad se refleja en el propio término “cultura de innovación”. La preposición “de” denota asunto o materia, por lo que al hablar de cultura de innovación se habla de la innovación como producto (resultado),

es una concepción estática en el sentido que reflejan términos como andamio, estructura o soporte. En cambio, cuando se habla de “cultura ambiental” o “cultura científica” lo que se hace es utilizar los adjetivos “ambiental” o “científica” para especificar el tipo de cultura al que se hace referencia, algo que implica una idea de proceso interactivo, de relación o dinámico. En este sentido, el término “ambiental”, según el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, tiene una única acepción: adjetivo que indica perteneciente o relativo al ambiente. Con el término “científica” ocurre algo similar: en su primera acepción es, de nuevo, un adjetivo que indica perteneciente o relativo a la ciencia y, en una segunda, se hace referencia al sujeto (en términos sintácticos) que se dedica a una o más ciencias. En cambio, el adjetivo “innovadora”, tal y como lo define el diccionario, no da la opción de utilizarlo para adjetivar el tipo de cultura pues tiene una única acepción, la de agente, es decir, el que innova. Este hecho refleja la concepción de la innovación únicamente como producto. Hemos buscado el término en el Diccionario del Español Actual de Manuel Seco, Olimpia Andrés y Gabino Ramos, más centrado, como su nombre indica, en el lenguaje *vivo*, el que se utiliza realmente. Al igual que el diccionario de la RAE, solo recoge la acepción *estática* de la innovación. No obstante, nuestra forma de entender la dimensión de la cultura centrada en la innovación nos ha llevado a considerar que es necesario cambiar el término y hablar de *cultura innovadora* para dejar bien patente esa perspectiva dinámica y evolutiva. Porque, como han señalado varios autores, en la historia de la humanidad ha habido una estrecha y constante relación entre progreso social, cultura e innovación (Carbonell, 2008 o Muñoz, 2012 por mencionar algunos).

Por tanto, definimos la cultura innovadora como el conjunto de significados y elementos socio-estructurales que tienen por objeto la innovación, y que influyen en las actitudes y la conducta contribuyendo a generar innovaciones (en un sentido amplio del término). No hay que olvidar la perspectiva crítica, porque una innovación no es buena per se.

- ORIENTACIÓN A LA INNOVACIÓN

La orientación a la innovación es la actitud general que se deriva de la cultura innovadora, y se define como la disposición a identificar necesidades, encontrar soluciones creativas, novedosas y diferentes y a ponerlas en práctica. Representa la intención y el compromiso de crear las condiciones y fomentar las capacidades para generar innovaciones en sentido amplio, no se trata solo de crear nuevos productos, sino también de desarrollar nuevas formas de resolver situaciones o problemas, nuevos procedimientos, etc.

La actividad de la UICC se centra en el desarrollo de investigación cuantitativa y cualitativa en cuatro ejes temáticos: percepción y participación social; comunicación social; innovación y progreso social; y aplicación de la ética y los valores a las relaciones entre energía, medio ambiente y sostenibilidad. El tercer eje temático se centra en el estudio de la innovación como elemento dinamizador de la actividad económica de las empresas y del progreso económico de los países y en el análisis de nuevos modos de construir los indicadores de riqueza con el fin de que incluyan parámetros como la reducción de la contaminación o la preservación de la

biodiversidad. Este último eje temático es el que trata de dar cuenta de la importancia de la innovación para el desarrollo sostenible.

La posibilidad de innovar para contribuir al desarrollo sostenible ya aparece en el *Informe Brundtland*, en donde se hace referencia a la importancia de que las empresas creen, rediseñen, y difundan tecnologías ambientales. En la actualidad, en la UE, y dentro del programa Horizonte 2020, se mencionan como objetivos la construcción de una sociedad y el desarrollo de una economía líderes teniendo como base el conocimiento y la innovación, contribuyendo al tiempo al desarrollo sostenible. Las actividades de innovación dejan de tener una única finalidad económica. La viabilidad económica debe conjugarse con la protección del medioambiente y el desarrollo social. Partimos de la base de que las actividades de innovación y la estrategia ambiental de las empresas pueden estar interrelacionadas. Esto ocurre cuando los procesos de innovación están orientados a la reducción del impacto ambiental. Como resultado, se obtienen una serie de nuevos productos o procesos que reciben el nombre de ecoinnovaciones.

Las innovaciones ambientales (o ecoinnovaciones) se asocian con una doble externalidad. Por un lado, generan beneficios a las empresas que las desarrollan (por ejemplo, de carácter económico con la apertura a nuevos mercados). Por otro, generan beneficios para la sociedad (por ejemplo, mediante la reducción de residuos y contaminación).

Además, aparte de los factores impulsores de la innovación tradicionales, como el empuje tecnológico (*technology pull*) y el empuje de la demanda (*market push*), hay que tener muy en cuenta la influencia de la normativa ambiental (*regulatory pull*) y, sobre todo, los factores organizativos.

Por todo lo anterior se considera que las innovaciones ambientales suponen la interacción entre los sistemas tecnológico, social e institucional. Esta asunción concede a este tipo de innovaciones un carácter sistémico. Y, por tanto, los aportes de especialidades multidisciplinares como la economía ecológica, o los estudios de ciencia, tecnología y sociedad son de gran valor añadido.

En este sentido, es cada vez más evidente la importancia del capital humano en las organizaciones. Capital humano que, en las empresas orientadas al desarrollo de innovaciones medioambientales, al menos en los departamentos correspondientes, debe tener formación científico-técnica. Porque el conocimiento científico influye en las políticas y en la interpretación que todos los estamentos de la sociedad hacen de la realidad; pero, lo que es más importante de cara a este trabajo, es fundamental para saber qué acciones conviene poner en marcha, y cómo ponerlas en práctica. Por tanto, para desarrollar innovaciones sostenibles, se necesita conocimiento científico, tecnológico y ambiental.

Por último, el desarrollo de este tipo de innovaciones requiere una combinación de informaciones, conocimientos y capacidades de carácter especial que pueden diferir del conocimiento tradicional que posee la industria. Estamos ante nuevos retos tecnológicos, nuevos materiales, o nuevas energías. Las innovaciones ambientales representan una frontera tecnológica donde las organizaciones todavía son inexpertas y las incertidumbres tecnológicas y de mercado se incrementan (De Marchi, 2012). Por

todo ello el conocimiento transferido y la cooperación con los centros de investigación, como el CIEMAT, es de vital importancia.

Esta realidad queda bien patente cuando prestamos atención a algunos de los nuevos desarrollos ecoinnovadores de los que se hace eco la prensa. La acumulación de residuos, y cómo degradarlos, es un problema ambiental grave. Naciones Unidas calcula que cada año se vierte a los océanos del planeta más de seis toneladas de residuos plásticos. Varios equipos de investigadores europeos han estado diez años trazando un mapa de los lugares a los que llegan. Y han encontrado que están por todas partes, incluidos los fondos marinos más profundos³. Para contribuir a cambiar esta realidad, se están fabricando nuevos materiales. Por un lado, se ha descubierto un bioplástico, fácil de fabricar y totalmente degradable, utilizando quitina, un componente presente en el exoesqueleto de los seres vivos. Tarda unas dos semanas en descomponerse y, al hacerlo, libera nutrientes que contribuyen al crecimiento de las plantas. De hecho, hasta ahora la quitina se ha utilizado como fertilizante⁴. Por otro, Ecovative es una empresa de Nueva York especializada en diseño ecológico que ha creado un plástico natural y biodegradable que podría sustituir los plásticos derivados del petróleo para usos en los que no es necesario. Por ejemplo, para sustituir al benceno, que tarda 10.000 años en degradarse, en la fabricación de embalajes⁵. Por último, la Unión Europea ha proporcionado financiación para un proyecto de investigación que se inició en 2011 y que a finales de 2014 concluyó proporcionando bolsas biodegradables fabricadas a partir de los residuos del pan y la bollería industrial, que se pueden utilizar para conservar esos mismos productos. Los nuevos envases presentan unas propiedades que los hacen especialmente útiles para el envasado de algunos de estos productos, consiguiendo una vida útil de doce meses, igual a la de los envases de polipropileno de siempre. Además de la ventaja que proporciona ser un producto reciclado, tienen ventajas adicionales con respecto a los envases tradicionales, ya que reducen la tendencia de los productos envasados a ponerse rancios y, desde el punto de vista medioambiental, son biodegradables y compostables, es decir, respetuosos con el medio ambiente⁶.

VI. CONCLUSIÓN

La especie humana debe afrontar retos importantes. El deterioro del medio ambiente, y el cambio climático como principal exponente de ese deterioro, es uno de ellos. Para hacerle frente hacen falta conciencia ambiental, conciencia científica y orientación a la innovación, que son las actitudes globales que surgen en un contexto de cultura ambiental, cultura científica y cultura innovadora, teniendo en cuenta que la cultura es un elemento clave en la evolución de nuestra especie. No obstante, en un contexto en el que dependemos cada vez más de la ciencia y la tecnología para desenvolvemos cotidianamente y encontrar respuesta a los retos que se nos plantean, se puede hablar de que existe falta de compromiso con la ciencia, de la cual es un reflejo la crisis de vocaciones científicas a nivel mundial. En la UICC investigamos, desde la perspectiva que proporcionan los estudios sociales de la ciencia, para encontrar claves que nos permitan fomentar un mayor compromiso de la sociedad con la ciencia que se

³ *El País*, 30 de abril de 2014.

⁴ *Noticias de la Ciencia y la Tecnología*, 9 de abril de 2014.

⁵ *Público.es*, 30 de mayo de 2011.

⁶ Aparecido en *Notiweb* de Madridimasd.org el 15 de diciembre de 2014.

traduzca, a su vez, en una mayor implicación con los problemas del medio ambiente y en el desarrollo de innovaciones sostenibles.

VII. AGRADECIMIENTOS

Queremos dar las gracias a Irene Díaz García porque su contribución ha sido fundamental en algunas de las cuestiones que se abordan en este trabajo, especialmente las que tienen que ver con la cultura innovadora.

También queremos dar las gracias a Emilio Muñoz, coordinador científico de la UICC. Sus ideas y empuje nutren casi todo lo que hacemos y, en este trabajo, están también especialmente presentes en todo lo que tiene que ver con la cultura y la innovación.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, J.A. et al. (2005). "Naturaleza didáctica de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121-140.

Allum, N. et al. (2008). "Science knowledge and attitudes across cultures: a meta-analysis", *Public Understanding of Science*, 17, 35-54.

Bauman, Z. (2002). *La Cultura como Praxis*, Paidós Estudio, Barcelona.

Bermejo, R. (2011). *Manual para una economía sostenible*, Los Libros de la Catarata, Madrid.

Besley, J. C. y Nisbet, M. (2013). "How scientists view the public, the media and the political process", *Public Understanding of Science*, 22(6), 644-659.

Bodmer, W. (1985): *The Public Understanding of Science*, Royal Society, London. Disponible en: <https://royalsociety.org/policy/publications/1985/public-understanding-science/>, consultado el 20 de enero de 2015.

Bord, R. J et al. (2000). "In what sense does the public need to understand global climate change?", *Public Understanding of Science*, 9, 205-218.

Carbonell, E. (2008). "Evolución, innovación y resocialización", en: A. González Hermoso de Mendoza y P. Morcillo Ortega (coords.), *Innovación sin Fronteras. El Mito de la Sociedad del Conocimiento*, Revista mi+d, monografía 20, 14-20.

Convert, B. (2005). "Europa y la crisis de vocaciones científicas", *Formación Profesional*, 35, 8 – 12.

Corraliza, J. A. et al. (2002). "El estudio de la conciencia ambiental", *Medio ambiente*, 40, 36-39.

Damasio, A. (2010). *Y el Cerebro Creó al Hombre*, Ediciones Destino, Barcelona.

Davis, S. et al. (2009). "Discussing dialogue: perspectives on the value of science dialogue events that do not inform policy", *Public Understanding of Science*, 18(3), 338-353.

De Marchi, V. (2012). "Environmental innovation and R&D cooperation: empirical evidence from Spanish manufacturing firms", *Research Policy*, 41(3), 614-623.

Downs, A. (1972). "Up and down with ecology: the "issue-attention cycle"", *Public Interest*, 28, 38-50.

Edelman, G. M. (2006). *Second Nature. Brain Science and Human Knowledge*, University Press, Yale.

Einsiedel, E. F. (1994). "Mental maps of science: knowledge and attitudes among canadian adults", *International Journal of Public Opinion Research*, 6(1), 35-44.

- Esty, D. e Ivanova, M. (2005). "Globalisation and environmental protection: a global governance perspective", en: F. Wijen et al., *Handbook of Globalisation and Environmental Policy. National Government Interventions in a Global Arena*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham.
- Fensham, P. J. (2004). "Beyond knowledge: other scientific qualities as outcomes for school science education, en: R. M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (ed.), *Science and Technology Education for a Diverse World – Dilemmas, Needs and Partnerships, International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings*, Maria Curie-Sklodowska University Press, Lublin.
- García-Ruiz, M. y Sánchez Hernández, B. (2006). "Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria", *Perfiles Educativos*, XXVIII (114), 61-89.
- Giddens, A. (1991). *Modernidad e Identidad del Yo*, Península, Barcelona, 1994.
- Glance, N. S. y Huberman, B. A. (1994). "The dynamics of social dilemmas", *Scientific American*, March, 76-81.
- Hannigan, J. (2006). *Environmental Sociology*, 2nd ed., Routledge, London.
- Harper, C. L. (2008). *Environment and Society*, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Hilgartner, S. y Bosk, C. L. (1988). "The rise and fall of social problems: a public arenas model", *The American Journal of Sociology*, 94(1), 53-78.
- House of Lords Select Committee on Science and Technology (2000). *Science and Society: Third Report*, Her Majesty's Stationery Office, London.
- IPCC (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático*, IPCC, Ginebra.
- Kahneman, D. (2011). *Pensar Rápido, Pensar Despacio*, Debate, Barcelona.
- Lynn, M. y Oldenquist, A. (1986). "Egoistic and nonegoistic motives in social dilemmas", *American Psychologist*, 41, 529-534.
- López Cerezo, J. A. (2005). "Participación ciudadana y cultura científica", en: M. I. González y O. Todt (eds.), *Gobernanza de la Ciencia y la Tecnología*, Arbor, CLXXXI/715.
- López Cerezo, J. A. y González, M. I. (2013). "Encrucijadas sociales de la innovación", *ISEGORÍA. Revista de Filosofía Moral y Política*, 48, enero-junio, 11-24.
- Maienschein, J. (1998). "Scientific Literacy", *Science*, 281, 917.
- Malka, A. et al. (2009). "The association of knowledge with concern about global warming: trusted information sources shape public thinking", *Risk Analysis*, 29(5), 633-647.

Markus, H. R. y Hamedani, M. G. (2007). "Socio-cultural psychology. The dynamic interdependence among self-systems and social systems", en: S. Kitiyami, y D. Cohen (eds.), *Handbook of Cultural Psychology*, Guilford Press, New York.

McCallie, E. et al. (2009). *Many Experts, Many Audiences: Public Engagement with Science and Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report*, Center for Advancement of Informal Science Education, Washington, D.C.

Meadows, D. et al. (2006). *Los Límites del Crecimiento 30 años Después*, Galaxia Gutenberg, Barcelona, 2004.

Miller, J. D. (1998). "The measurement of civic scientific literacy", *Public Understanding of Science*, 7, 203-223.

Miller, J. D. (2004). "Public understanding of, and attitudes toward, scientific research: what we know and what we need to know", *Public Understanding of Science*, 13, 273-294.

Muñoz, E. (2012). "Culturas de la innovación y procesos sociales: ¿hacia un programa innovador en innovación social", en: L. Merino (ed.), *Contextos y usos de la innovación social*, UPV/EHU, Bilbao. ISBN: 978-84-9860-634-8

Muñoz, A. y Moreno, C. (2013). "Actitud hacia la financiación pública de la ciencia. Un estudio comparativo en el contexto iberoamericano", *Sistema*, 230, 55-73.

Muñoz, A., Moreno, C. y Luján, J. L. (2012). "Who is willing to pay for science? On the relationship between public perception of science and the attitude to public funding of science", *Public Understanding of Science*, 21(2), 242-253.

Muñoz van den Eynde, A. (2012). *Concepto, Expresión y Dimensiones de la Conciencia Ambiental*, Editorial Académica Española. ISBN: 978-3-659-03171-7.

Muñoz van den Eynde, A. (2013). "10 años de encuestas de percepción social de la ciencia y la tecnología en España: ¿ha cambiado la actitud de la población?", en: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2012*, FECYT, Madrid.

Muñoz van den Eynde, A. (2014a). "Conocimiento, confianza y compromiso. A vueltas con el modelo del déficit", en: A. Muñoz van den Eynde y E. H. Lopera Pareja (coords.), *La Percepción Social de la Ciencia. Claves para la Cultura Científica*, Los Libros de la Catarata, Madrid.

Muñoz van den Eynde, A. (2014b). *La Salud del Medio Ambiente. Diagnóstico y Tratamiento*, Los Libros de la Catarata, Madrid.

Muñoz van den Eynde, A. y Lopera Pareja, E. (2014). "Introducción", en: A. Muñoz van den Eynde y E. H. Lopera Pareja (coords.), *La Percepción Social de la Ciencia. Claves para la Cultura Científica*, Los Libros de la Catarata, Madrid.

Muñoz van den Eynde, A. y Luján, J. L. (2014). "Sobre los determinantes de la percepción social de la ciencia. Una propuesta metodológica", en: B. Laspra y E. Muñoz (eds.), *Culturas Científicas e Innovadoras*, EUDEBA, Buenos Aires.

