



# 04

## **FACTORES SOCIALES DE LA OPOSICIÓN A APLICACIONES TECNOCIENTÍFICAS CONTROVERTIDAS**

**Josep Lobera  
y Cristóbal Torres Albero**

Universidad Autónoma de Madrid



0

4

## ■ INTRODUCCIÓN

La ambivalencia caracteriza las representaciones sociales hacia la tecnociencia en las sociedades contemporáneas (Allum *et al.*, 2008: 37; Price and Peterson, 2016; Leiserowitz *et al.*, 2012), sin que la sociedad española sea una excepción a esta tendencia (véase, por ejemplo, Torres-Albero, 2005). El análisis de esta ambivalencia requiere prestar atención a ciertos aspectos controvertidos de la tecnociencia dentro de un contexto general positivo: la amplia mayoría de la ciudadanía ve de una manera muy optimista el cuerpo central de la tecnociencia y de sus profesionales, aunque existen elementos controvertidos que son criticados por amplios sectores de la sociedad.

Si bien las relaciones entre la institución social de la ciencia y la sociedad han estado recurrentemente caracterizadas por la ambivalencia (Merton, 1977; Handlin, 1980), en las sociedades contemporáneas esta ha ido aumentando su rango en una etapa que puede ser caracterizada por el fin de los metarrelatos (Lyotard, 1984), por el aumento de la incertidumbre y el riesgo ligados al sistema tecnocientífico (Beck, 1986) y por la privatización de la propia ambivalencia (Bauman, 2005). Ahora, los individuos deben crear su propia identidad por sus medios, interpelados por el mercado con la promesa de satisfacer esa carencia (Pla, 2006).

Esta erosión de las grandes instituciones y sus metarrelatos modernos ha afectado a la institución científica. Esto no resulta sorprendente si tenemos en consideración su centralidad en el desarrollo de la modernidad. Con esa erosión, la gestión de las incertidumbres deviene en un asunto individual (Beck, 1986), no se percibe una garantía supraindividual sólida para dicha gestión (Bauman, 2005), a pesar del esfuerzo del mercado por ofrecerla por medio de los denominados sistemas expertos y las identidades prefabricadas (Pla, 2006).

En este contexto, existen diversas dinámicas que desdibujan los contornos, los límites y las posibilidades de la institución científica. Por un lado, como se señala en otro capítulo de este volumen, algunas prácticas que están fuera de la institución científica (como la homeopatía o la acupuntura) se perciben por una mayoría de la población de manera difusa y con una legitimidad cercana a la que otorgan a las prácticas científicas, en un espacio que podríamos llamar pseudocientífico (Roger y Lobera, 2017). Por otro lado, ha aumentado la preocupación por la seguridad de las nuevas condiciones de producción/consumo y sus efectos sobre la salud y el entorno en diferentes regiones del mundo. Efectivamente, una parte mayoritaria de la población percibe la emergencia de algunos efectos no previstos en las aplicaciones tecnocientíficas, entre los que destacan grandes accidentes (como el de Fukushima), usos militares contra la población civil (como las armas de destrucción masiva) o cambios en el entorno (como el cambio climático); por lo que se abandona la concepción ilustrada que consideraba que los riesgos de la tecnociencia son controlables y que sus consecuencias están delimitadas espacial y socialmente. De esta manera, se abre paso una cultura o sociedad del riesgo relacionada con el manejo inadecuado de los riesgos socioambientales de la tecnociencia contemporánea (Lagadec, 1981; Beck, 1986; Medina, 1992).

Como hemos visto en análisis anteriores, entre la población no existe una percepción de la tecnociencia abstracta y general, válida para todos los contextos (Torres y Lobera, 2015). Las representaciones sociales difieren ante distintas aplicaciones tecnológicas, por lo que no resulta conveniente analizarlas de manera monolítica. Muchas aplicaciones tecnocientíficas son valoradas positivamente, pero la mayoría considera que no toda aplicación tecnocientífica es positiva en todas sus facetas, e incluso se llega a considerar que algunas aplicaciones son más perjudiciales que beneficiosas.

Entre la población española, algunas de las aplicaciones más controvertidas son la energía nuclear (solo para el 17% de la población sus beneficios serían compensados por sus perjuicios), la clonación (19%), el cultivo de plantas modificadas genéticamente (23%) y el todavía poco conocido *fracking* (8%). Por otro lado, el 29% de la población manifiesta que la tecnociencia es una fuente de riesgos para nuestra sociedad. Cabe destacar que estos posicionamientos críticos son expresados, en general, por una proporción de la población inferior a los observados en la media europea, por lo que no estamos ante una sociedad particularmente crítica con las aplicaciones tecnocientíficas.

En este capítulo analizamos las representaciones sociales de estas aplicaciones tecnocientíficas a partir de la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué factores sociales determinan las posturas críticas hacia cada una de estas aplicaciones? Para ello, exploramos la literatura académica reciente y testamos algunas hipótesis para el caso español, a partir de la explotación de la EPSCYT de 2016.

## ■ MARCO CONCEPTUAL

Las actitudes críticas hacia la tecnociencia se han tratado de explicar desde diversas aproximaciones. Durante años, el *deficit model* ha sido la aproximación prevalente para explicarlas, según la cual estas actitudes estarían causadas por bajos niveles de alfabetización científica (Bodmer 1985; Ziman 1991). Esta explicación ha suscitado acalorados debates y, desde diversas posiciones, se ha planteado la existencia de otros factores que explicarían esa falta de apoyo entre la opinión pública.

En las últimas décadas se ha puesto especial atención en que algunas posiciones críticas puedan ser un resultado de la creciente presión de los nuevos riesgos tecnocientíficos, entendidos estos, a su vez, como un resultado lógico e inevitable de las transformaciones socioambientales provocadas y gestionadas por el ser humano (Beck, 1986). Esos nuevos riesgos provocan una demanda social de que se revise la forma en que se gestiona socialmente la tecnociencia (Todt, 2011; Scheufele, 2014). Aparejadas con estas demandas, se ha observado un aumento significativo de las experiencias de participación ciudadana en la definición de la agenda científica y la coproducción del conocimiento (Jasanoff, 2003; Lobera, 2008; Stilgoe et al., 2014).

Por otro lado, la teoría cultural apunta a que los temores acerca de las nuevas tecnologías están relacionados con los valores y el mantenimiento de las dinámicas culturales (Douglas y Wildavsky, 1982). Según esta perspectiva, cada grupo social selecciona qué supone un riesgo, protegiendo ciertos patrones de interacción social frente a otros. De esta perspectiva se deriva la existencia de una relación entre los sistemas de valores y la selección de los riesgos que manifiestan diferentes grupos sociales. Estudios recientes subrayan la importancia de los esquemas o atajos cognitivos en los posicionamientos ante

aplicaciones tecnológicas controvertidas (Scheufele *et al.* 2009; Brossard *et al.* 2009; Ho *et al.*, 2008). Estos esquemas pueden entenderse como “conocimiento previo organizado, abstraído de la experiencia concreta”, que orienta las respuestas de los individuos ante situaciones complejas (Fiske y Linville 1980: 543). Los esquemas ideológicos se organizan en torno a categorías semánticas de alta significación, como el esquema izquierda-derecha ante debates políticos (Kumlin 2001). Estos factores, ya sean —según la aproximación— de base cognitiva, de valoración del riesgo o ideológicos, no poseen únicamente una dimensión individual, sino que tienen una correspondencia con el contexto social de los individuos que manifiestan ciertas actitudes, comportamientos u opiniones. Para visualizar este vínculo entre expresiones individuales y factores sociales utilizamos el concepto de “representaciones sociales”, propuesto por Serge Moscovici (1984), a partir de una reinterpretación del concepto durkheimiano de “representaciones colectivas”<sup>1</sup>

Teniendo en cuenta este marco previo, las hipótesis que planteamos para responder a nuestra pregunta de investigación son las siguientes:

- H1: Las representaciones sociales críticas con las aplicaciones tecnocientíficas controvertidas estarán asociadas a un menor nivel de conocimiento científico...
- H2: ...así como por una mayor percepción del riesgo tecnocientífico...
- H3: ...a un mayor deseo de participación ciudadana en la gestión científica...
- H4: ...y a ciertas posiciones ideológicas.

---

1. Como señala el propio Moscovici, la tecnociencia ha devenido la fuente más productiva de representaciones sociales del mundo moderno, por lo que el uso de este concepto en el análisis de la tecnociencia misma es, si cabe, más pertinente que ante cualquier otro.

## ■ METODOLOGÍA

Para comprobar estas hipótesis analizamos los datos de la EPSCYT 2016, tomando como variables dependientes las respuestas a las siguientes series de preguntas:

*P.1 (pregunta 14 en el cuestionario): "Si tuviera que hacer el mismo balance sobre algunas aplicaciones concretas de la ciencia y la tecnología, ¿cuál de las siguientes opciones que le presento reflejaría mejor su opinión?"*

Categorías de respuesta:

- a) Los beneficios superan a los perjuicios.
- b. Los beneficios y perjuicios están equilibrados.
- c. Los perjuicios son mayores que los beneficios.
- d. No tengo una opinión formada sobre esta cuestión.
- e. No sé qué es esta aplicación.

Las dos últimas son respuestas espontáneas (y, como tales, no son leídas en la entrevista). La serie de preguntas P.1 se aplica a los siguientes ítems:

- 2.1. La energía nuclear
- 2.2. El cultivo de plantas modificadas genéticamente
- 2.3. La clonación
- 2.4. El *fracking*
- 2.5. La inteligencia artificial
- 2.6. Los drones
- 2.7. La telefonía móvil
- 2.8. internet

La serie de preguntas P.2 (pregunta 13 en el cuestionario): "Si tuviera que hacer el mismo balance (teniendo en cuenta todos los aspectos positivos y negativos) sobre algunos aspectos de la ciencia y la tecnología, ¿cuál de las siguientes opciones reflejaría mejor su opinión?"

Categorías de respuesta:

- a) Los beneficios superan a los perjuicios.
- b) Los beneficios y perjuicios están equilibrados.
- c) Los perjuicios son mayores que los beneficios.
- d) No tengo una opinión formada sobre esta cuestión.

La última se trata de una respuesta espontánea (y, como tal, no es leída en la entrevista).

La serie de preguntas P.2 se aplica a los siguientes ítems:

- 1.1. El desarrollo económico
- 1.2. La calidad de vida en la sociedad.
- 1.3. La seguridad y la protección de la vida humana.
- 1.4. La conservación del medioambiente y la naturaleza.
- 1.5. Hacer frente a las enfermedades y epidemias.
- 1.6. Los productos de alimentación y la producción agrícola.
- 1.7. La generación de nuevos puestos de trabajo.
- 1.8. El aumento de las libertades individuales.
- 1.9. La reducción de diferencias entre países ricos y pobres.
- 1.10. Protección de los datos personales y la privacidad.

Testaremos las distintas variables explicativas que se derivan de las hipótesis que hemos planteado. Para ello, realizaremos una serie de regresiones logísticas binarias para las dos variables dependientes asociadas con las aplicaciones tecnocientíficas más controvertidas, es decir, las que suscitan una valoración entre la opinión pública más negativa: la energía nuclear y el cultivo de plantas modificadas genéticamente. Estos modelos nos ayudan a entender de qué manera cada una de las variables independientes influyen en la probabilidad de tener un posicionamiento crítico ante cada una de las aplicaciones tecnocientíficas analizadas, considerando simultáneamente los efectos de las otras variables independientes y, por tanto, determinando la significación e intensidad comparada de los efectos de cada variable en el resultado.

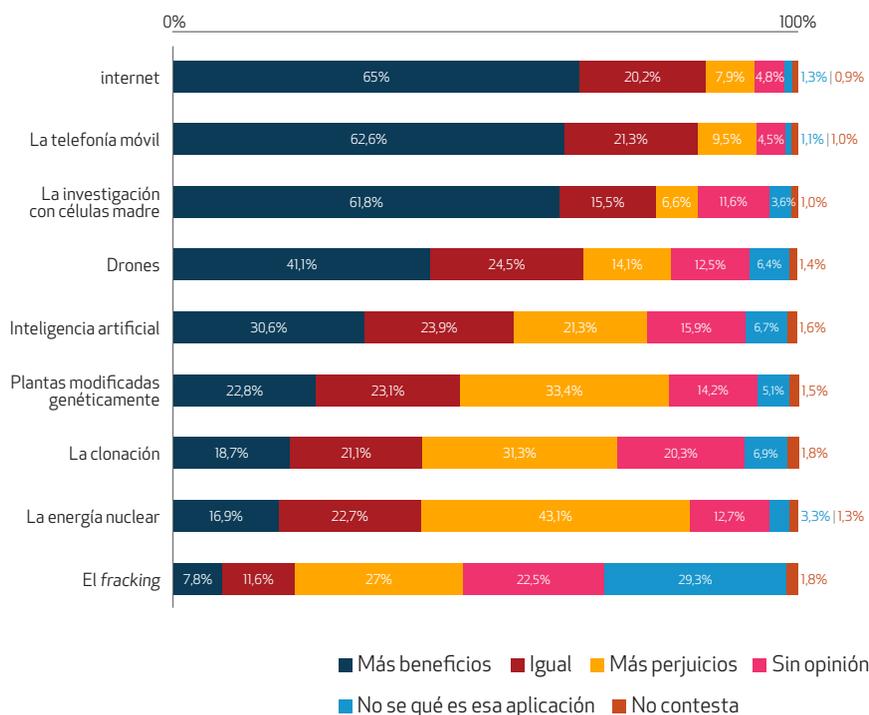
## ■ RESULTADOS

Desde el inicio de la serie de las EPSCYT se ha venido constatando que la imagen espontánea de la tecnociencia está, fundamentalmente, relacionada con significados positivos entre la población española. Al mismo tiempo, se observa que una parte considerable de la población manifiesta posturas críticas ante cuestiones específicas, particularmente ante ciertas aplicaciones como las que analizamos en este capítulo. Esta situación de ambivalencia en las representaciones sociales ante la tecnociencia es muy similar a la observada en la mayor parte de sociedades contemporáneas.

La serie de preguntas P.1 explora el balance entre beneficios y perjuicios que realiza la ciudadanía sobre una serie de aplicaciones tecnocientíficas: la energía nuclear, el cultivo de plantas modificadas genéticamente, la clonación, la investigación con células madre, el *fracking*, la inteligencia artificial (IA), los drones, la telefonía móvil e internet. Mientras que estas últimas aplicaciones tecnológicas son claramente valoradas como positivas por la mayoría —internet (65%) y la telefonía móvil (62,6%)—, otras obtienen una valoración especialmente baja. Así, tan solo el 17% de la población considera que la energía nuclear comporta más beneficios que perjuicios y hasta el 43% manifiesta que sus perjuicios son mayores. El cultivo de plantas modificadas genéticamente (OMG) y la clonación siguen en la lista de las aplicaciones con mayor valoración negativa (tabla 1). El *fracking*, por su parte, continúa siendo la aplicación más desconocida por las que se ha preguntado en la encuesta: hasta el 52% reconoce no conocer esta aplicación o no tener una opinión formada sobre el tema.

P.I. "Si tuviera que hacer el mismo balance sobre algunas aplicaciones concretas de la ciencia y la tecnología, teniendo en cuenta todos los aspectos positivos y negativos, ¿cuál de las siguientes opciones que le presento reflejaría mejor su opinión?"

Gráfico 1. Balance sobre algunas aplicaciones concretas de la ciencia y la tecnología (en porcentajes).



Fuente: EPSCYT 2016, FECYT. Elaboración propia.

Comparado con otras sociedades de nuestro entorno, estas proporciones de posiciones críticas no son llamativas. El 51% de la población europea considera que los riesgos de la energía nuclear son más altos que sus beneficios y un 35% cree que los beneficios son mayores que los riesgos. El 34% cree que se debe reducir la producción de energía de origen nuclear, mientras que un 39% que cree que se debe mantener y un 17% que cree que se debe aumentar (Eurobarómetro,

2010a). Finalmente, el 39% de los estadounidenses se posiciona a favor de la energía nuclear frente a un 26% que se opone (Energy Poll, 2016).

Sobre los alimentos genéticamente modificados, los españoles están algo menos informados que los europeos y, al mismo tiempo, tienen actitudes menos críticas que sus vecinos (Eurobarómetro, 2010b). Así, un 84% de los europeos ha oído hablar de los alimentos genéticamente modificados, frente a un 74% de los españoles. Entre los europeos, un 54% se muestra preocupado por los eventuales efectos sobre su salud de alimentos genéticamente modificados, frente a un 44% de los españoles. Entre los estadounidenses existe un nivel de preocupación similar a la media europea acerca de los riesgos para la salud de los alimentos genéticamente modificados (53%)<sup>2</sup>. Cerca de la mitad de los españoles (49%) cree que la UE no debería favorecer el desarrollo de comida genéticamente modificada: esta proporción es doce puntos porcentuales más alta (61%) entre la ciudadanía europea (Special Eurobarometer 341)<sup>3</sup>.

Las encuestas internacionales sobre aplicaciones tecnocientíficas controvertidas muestran, en general, una menor oposición en España, también en caso de la clonación. El 51% de los españoles se muestran contrarios a la investigación de la clonación animal con fines alimentarios, casi 20 puntos menos de la media europea que se opone a este tipo de investigación (70%). En Estados Unidos, sin embargo, la oposición a esta aplicación es significativamente menor: tan solo el 35% se opone, mientras que el 41% está de acuerdo y un 24% no sabe qué responder (Evans y Kelley, 2011).

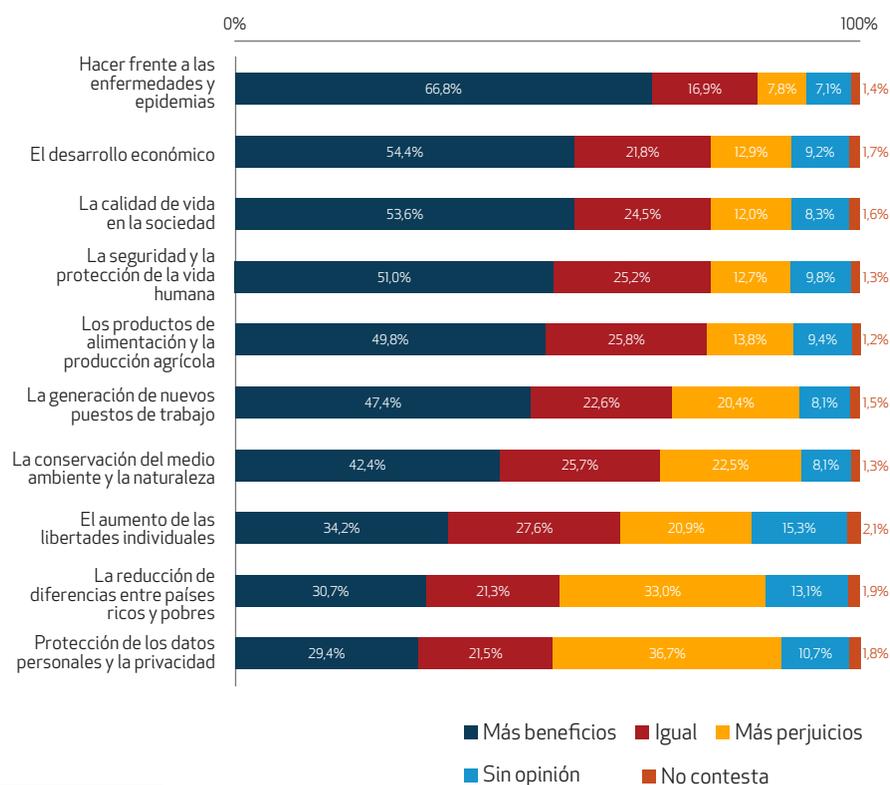
La serie de preguntas P.2 explora el balance que realiza la ciudadanía sobre la contribución de la tecnociencia a diversos ámbitos de la sociedad: el desarrollo económico, la calidad de vida, la seguridad y la protección de la vida humana, la conservación del medioambiente y la naturaleza, hacer frente a las enfermedades y epidemias, los productos de alimentación y la producción agrícola, la generación de nuevos puestos de trabajo, el aumento de las libertades individuales, la reducción de diferencias entre países ricos y pobres, así como la protección de los datos personales y la privacidad.

2. Publicado en *The New Food Fights: U.S. Public Divides over Food Science*, Pew Research Center (2016).

3. Special Eurobarometer 341 sobre Biotecnología (2010) para Europa y España; *The New Food Fights: U.S. Public Divides over Food Science*, Pew Research Center (2016) para EEUU.

P.4 "Si tuviera que hacer el mismo balance sobre algunos aspectos de la ciencia y la tecnología, ¿cuál de las siguientes opciones reflejaría mejor su opinión?"

Gráfico 2. Valoración del progreso científico y tecnológico para diferentes dimensiones sociales (en porcentajes).



Fuente: EPSCYT 2016, FECYT. Elaboración propia.

En primer lugar, observamos diferencias significativas entre distintos ámbitos. La contribución a la mejora de la salud destaca por ser el ámbito que mayor consenso aglutina entre la población (66,8%). Una mayoría también considera positivo el impacto de la tecnociencia en el desarrollo económico (54,4%), en la mejora de la calidad de vida en la sociedad (53,6%), así como en la seguridad y la protección de la vida humana (51%).

En cambio, se constata un mayor disenso cuando se valora la contribución de la tecnociencia a la conservación del medioambiente, las libertades individuales, la reducción de las diferencias entre países ricos y pobres, así como la protección de los datos personales y la privacidad. Como se observa en el gráfico anterior, los que valoran que la tecnociencia aporta más beneficios que perjuicios ante estas cuestiones oscilan entre el 42,4 % y el 29,4 %, según el caso considerado. Resulta llamativo que en el rango más bajo de la valoración de la tecnociencia encontremos ámbitos que están asociados, todos ellos, con valores postmaterialistas (Inglehart, 1995). Por el contrario, la contribución de la tecnociencia a ámbitos vinculados con valores materialistas como la seguridad, la economía, la calidad de vida y la salud, reciben el balance más favorable por parte de una mayoría de la sociedad.

Algunos trabajos han estudiado anteriormente la relación de los valores postmaterialistas con las actitudes hacia la tecnociencia, señalando su complejidad (Van Deth y Scarbrough, 1995). Por un lado, se ha observado que estos valores están asociados a una mayor propensión a la innovación, así como a la organización racional y científica de la vida social; pero, al mismo tiempo, se vinculan a una mayor propensión a expresar actitudes críticas hacia ciertas aplicaciones tecnocientíficas, como la energía nuclear, así como la preocupación por los impactos negativos de la actividad humana sobre el medioambiente (Gabriel y Van Deth, 1995).

## ■ FACTORES SOCIALES DE LA OPOSICIÓN A APLICACIONES TECNOCIENTÍFICAS CONTROVERTIDAS

En los apartados anteriores hemos constatado que la ambivalencia y la problematización ocupan un lugar central en las representaciones sociales de la tecnociencia entre la población española. La representación social mayoritaria se caracteriza por no ser uniforme: unas mismas personas expresan posicionamientos de signo distinto acerca de diferentes aspectos de la tecnociencia. Además, existen claros disensos entre grupos de población en su valoración de la tecnociencia, particularmente en lo que se refiere a ciertas aplicaciones tecnocientíficas y a la dimensión postmaterialista de la tecnociencia.

En este apartado vamos a identificar los factores sociales asociados a los posicionamientos críticos con las aplicaciones tecnocientíficas más controvertidas registradas en la encuesta: la energía nuclear y el cultivo de plantas modificadas genéticamente (OGM). Para ello, testaremos nuestras cuatro hipótesis extraídas de las principales teorías analizadas:

- H.1: Las representaciones sociales críticas con las aplicaciones tecnocientíficas controvertidas estarán asociadas a un menor nivel de conocimiento científico...
- H.2: ... así como a una mayor percepción del riesgo tecnocientífico...
- H.3: a un mayor deseo de participación ciudadana en la gestión científica...
- H.4: y a ciertas posiciones ideológicas.

Nuestras dos variables dependientes consisten en las respuestas críticas o favorables a la energía nuclear y a los OGM. Mediante dos regresiones logísticas binarias testamos el efecto sobre ellas de las siguientes variables independientes: el sexo, la edad, el conocimiento científico (medido con el test de cultura científica de la encuesta y con el nivel educativo de la persona entrevistada, preguntas P.23 y D.5 en el cuestionario), los esquemas ideológicos (medidos con la escala de ideología política izquierda-derecha, pregunta D.5 en el cuestionario); la preocupación por el medioambiente (medido con las opiniones sobre los perjuicios de la tecnociencia sobre el medioambiente y con la necesidad de destinar más de recursos para la protección del medioambiente, preguntas P.13.4 y P.7 en el cuestionario); la asociación de riesgos asociados a la tecnociencia (medido con la valoración de que la tecnociencia es una fuente de riesgos para nuestra sociedad y con la asociación de la tecnociencia con riesgos, preguntas P.17.6 y P.18.10 en el cuestionario); y la opinión sobre ampliar el papel de la ciudadanía en la toma de decisiones tecnocientíficas que le afectan directamente (pregunta P.18.8 en el cuestionario).

En la tabla siguiente se muestran los parámetros resultantes de las pruebas realizadas.

Tabla 2. Resultados de las regresiones logísticas binarias.

		Energía Nuclear		OGM	
		Sig.	Exp(B)	Sig.	Exp(B)
Sexo	Mujer (ref. hombre)	0,000	1,542	0,058	1,175
Edad		0,001	1,010	0,000	1,016
Conocimiento científico		0,000	0,833	0,000	0,813
Nivel educativo	Estudios primarios o menos (ref.)	0,000		0,222	
	Estudios secundarios	0,143	1,233	0,341	1,134
	Estudios universitarios	0,078	0,758	0,814	0,966
Ideología		0,000	0,844	0,000	0,899
Balance de la tecnociencia en la conservación del medioambiente y la naturaleza	Beneficios superan a los perjuicios	0,000		0,000	
	Beneficios y perjuicios están equilibrados	0,000	2,099	0,000	1,673
	Los perjuicios son mayores que los beneficios	0,000	2,469	0,000	2,491
Priorización del gasto público en la protección del medioambiente	Destinar menos recursos a la protección del medioambiente	0,001		0,076	
	Destinar los mismos recursos	0,068	1,448	0,105	1,414
	Destinar más recursos a la protección del medioambiente	0,001	1,887	0,032	1,565
Asocia la tecnociencia con riesgos	Nada	0,000		0,000	
	Poco	0,003	1,823	0,008	1,746
	Bastante	0,000	2,829	0,000	3,254
	Totalmente	0,000	2,218	0,000	2,812
La ciencia y la tecnología son una fuente de riesgos para nuestra sociedad	Totalmente y bastante en desacuerdo	0,000		0,004	
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0,000	1,906	0,002	1,382
	Totalmente y bastante de acuerdo	0,003	1,412	0,032	1,267

CONTINÚA EN PÁGINA SIGUIENTE →

← VIENE DE LA PÁGINA ANTERIOR

		Energía Nuclear		OGM	
		Sig.	Exp(B)	Sig.	Exp(B)
Los ciudadanos deberían tener un papel más importante en las decisiones sobre ciencia y tecnología que les afectan directamente	Totalmente y bastante en desacuerdo	0,032		0,021	
	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	0,504	1,099	0,029	1,336
	Bastante de acuerdo	0,870	0,978	0,004	1,460
	Totalmente de acuerdo	0,021	1,454	0,008	1,494
Constante		0,786	0,901	0,009	0,368
N		2672		2530	
-2log de verosimilitud		2938,773		3289,747	
R2 Nagelkerke		0,167		0,153	
Clasificado correctamente (%)		74,6		66,2	

Nota: La categoría de referencia de las variables dependientes es "los beneficios superan a los perjuicios".

Fuente: EPSCYT 2016, FECYT. Elaboración propia.

Los modelos de regresión logística tuvieron un ajuste aceptable, permitiendo clasificar en el cuarto bloque un 74% y un 66% de los sujetos, con un ajuste de 0,164 y 0,153 (estimados con el R cuadrado de Nagelkerke). Tal como se muestra en la tabla 1, todos los predictores que incluimos en ambos modelos resultaron ser significativos, con las únicas excepciones del sexo y el nivel educativo para el caso de la oposición a los cultivos transgénicos.

En el caso de la oposición a la energía nuclear, los predictores con un mayor efecto sobre esta variable fueron la asociación de la tecnociencia con riesgos (razones de ventaja =2,829 y 2,218,  $p < 0,001$ ) y la preocupación por los perjuicios sobre el medioambiente (razones de ventaja=2,099 y 2,469,  $p < 0,001$ ). Esto nos informa de que la oposición a la energía nuclear está asociada a la percepción de que la tecnociencia es fuente de riesgos y a la preocupación por los perjuicios de la tecnociencia sobre el medioambiente.

Coinciden ambos predictores en el caso de la oposición a los transgénicos, como los que tienen un mayor efecto sobre esa variable. Las razones de ventaja para quienes están bastante y totalmente de acuerdo (razones de ventaja=3,254 y 2,812, respectivamente,  $p < 0,001$ ) con que la tecnociencia es una fuente de riesgos respecto a quienes no están nada de acuerdo, informa de una fuerte asociación con la variable estudiada, así como con la creencia de que los perjuicios de la tecnociencia sobre el medioambiente son mayores que los beneficios, o que ambos están equilibrados (razones de ventaja=2,491 y 1,673, respectivamente,  $p < 0,001$ ), respecto a quienes creen que los beneficios son mayores que los perjuicios.

En ambos casos, se confirma la H.2: la oposición a las aplicaciones tecnocientíficas más controvertidas entre la población española está asociada a una mayor percepción del riesgo tecnocientífico. Este resultado conecta con las explicaciones teóricas de la sociedad del riesgo (Beck, 1986), según las cuales la incertidumbre y los impactos potenciales de la tecnociencia aumentan con su complejidad y su especialización. Además, la asociación entre las variables estudiadas y las dos variables vinculadas a la preocupación por el medioambiente apuntan a que el riesgo percibido tendría una importante dimensión ambiental. En este sentido, se confirmaría, asimismo, el efecto de valores postmaterialistas en la oposición a aplicaciones tecnocientíficas controvertidas observado anteriormente (Torres y Lobera, 2017).

En un segundo orden de influencia, el esquema ideológico derecha-izquierda está vinculado a la oposición a la energía nuclear (razón de ventaja=0,844,  $p < 0,001$ ) y el cultivo de plantas modificadas genéticamente (razón de ventaja=0,899,  $p < 0,001$ ), observándose posiciones más críticas a la izquierda en la escala ideológica. Se confirma, así, la H4 en la línea de la teorización de los esquemas ideológicos (Zaller 1992; Kumlin 2001). Según esta aproximación, las opiniones a favor o en contra de estas aplicaciones tecnocientíficas, sobre las que la mayor parte de la población tendría poca información especializada, se conformarían en base a un posicionamiento en esta escala derecha-izquierda. Así, el debate en la esfera pública en torno a la energía nuclear y los transgénicos se habría vinculado a estas categorías semánticas de alta significación, sobre la que los individuos desarrollarían sus opiniones.

Por su parte, la H.1 no puede ser confirmada de manera concluyente. Para ver si las representaciones sociales críticas con las aplicaciones tecnocientíficas controvertidas están vinculadas con un menor nivel de conocimiento científico,

hemos utilizado dos variables: el nivel de estudios y el test de alfabetización tecnocientífica. Mientras que el nivel educativo no se muestra significativo en ninguno de los dos modelos, el test de alfabetización sí. Estos resultados apuntan a que una mayor alfabetización tecnocientífica llevaría asociada un aumento en la ventaja de tener una actitud favorable a la energía nuclear y al cultivo de plantas transgénicas (razones de ventaja=0,833 y 0,813,  $p < 0,001$ ). La no consistencia con el nivel educativo, sin embargo, apunta a valorar con prudencia la solidez de esta asociación, ya que los test de alfabetización tecnocientífica, como los utilizados en esta encuesta, todavía deben demostrar su validez como indicador del conocimiento tecnocientífico general de los individuos (Pardo y Calvo, 2004). Todo ello nos lleva a confirmar solo parcialmente —y con cierta prudencia— la asociación entre conocimiento científico y la oposición a las aplicaciones tecnocientíficas estudiadas.

Por otro lado, los modelos estadísticos confirman la H.3: la asociación entre la oposición a estas aplicaciones y la opinión favorable de que la ciudadanía amplíe su papel en la toma de decisiones tecnocientíficas que le afectan directamente. Esta asociación es algo más extensa en el caso de los transgénicos, ya que se observa en todas las categorías (razones de ventaja  $>1,336$ ,  $p < 0,05$ ), mientras que en el caso de la energía nuclear su significatividad se centra en quienes se manifiestan “totalmente de acuerdo” con ampliar el papel de la ciudadanía en la toma de decisiones tecnocientíficas (razón de ventaja=0,1454,  $p < 0,05$ ).

La literatura científica vincula la percepción de los nuevos riesgos tecnocientíficos con nuevas demandas sociales de revisar la forma en que se gestiona socialmente la tecnociencia (Beck, 1986; Todt, 2011; Scheufele, 2014) y la emergencia del término “ciudadanía científica” (*scientific citizenship*) (Elam y Bertilsson, 2003). Esta aproximación ha despertado un interés creciente en los últimos años y plantea la superación del modelo del déficit cognitivo (Mejlgaard y Stares, 2010). Los resultados que aquí mostramos ahondan en esta línea argumentativa: más allá del conocimiento científico de los individuos, existe una creciente demanda social de ampliar la capacidad de los ciudadanos en la toma de decisiones, especialmente en aquellas aplicaciones tecnocientíficas que se perciben con mayor inquietud y con un balance general menos positivo.

Por último, se observa que las posiciones favorables a la energía nuclear son más frecuentes entre los hombres (razón de ventaja=1,542,  $p < 0,001$ ), mientras que no se observa un efecto de género significativo para el caso de la oposición al cultivo de transgénicos. En la EPSCYT 2016, el 19,9% de los hombres y el

14,2% de las mujeres considera que los beneficios de la energía nuclear superan a los perjuicios. Este tipo de diferencias ha sido observado reiteradamente en diversos países (Jäckle y Bauschke, 2011; De Groot *et al.*, 2013; Sundström y McCright, 2016), incluyendo los 27 países de la Unión Europea, Estados Unidos, Reino Unido, China, Japón, Turquía, Países Bajos, Suecia y Suiza.

Desde que se inició el análisis de esta persistente diferencia de género en la valoración de la energía nuclear (Davidson y Freudenburg, 1996), la práctica totalidad de estos estudios empíricos sustentan su explicación teórica en el distinto énfasis que la socialización de género otorga hacia las preocupaciones hacia la salud y la percepción del riesgo en hombres y en mujeres. Aunque no es el único argumento utilizado para explicar las diferencias de género en la percepción del riesgo y las preocupaciones ambientales, el argumento de las diferencias en la preocupación por la salud y la seguridad ha sido utilizado ampliamente y tiene un apoyo empírico considerable (Solomon *et al.*, 1989; Bord y O'Connor, 1997). El hecho de que esta diferencia de género se observe en el caso de la energía nuclear y no en otras aplicaciones controvertidas podría indicar, así, una mayor centralidad de las preocupaciones por la salud y la seguridad en este caso respecto a otros. Como apunte final, señalamos que la edad aparece significativa en ambos modelos, aunque su efecto sobre las variables estudiadas es muy pequeño (razones de ventaja  $< 1,016$ ).

## ■ CONCLUSIONES

Nuestro estudio empírico a partir de los datos de la EPSCYT 2016 nos ha permitido contrastar las hipótesis planteadas al inicio de nuestro trabajo. En suma, las críticas de una parte significativa de la población no se dirigen hacia el cuerpo de la tecnociencia, sino hacia alguno de sus aspectos y aplicaciones concretas, apuntando más a la reflexividad (Beck *et al.*, 1994) que a la deslegitimación de la ciencia (Lyotard, 1984). Los aspectos que concentran una mayor oposición entre la opinión pública están vinculados principalmente con los efectos no deseados hacia el medioambiente y la salud. La percepción del riesgo asociado a algunas aplicaciones, como la energía nuclear o el cultivo de plantas transgénicas, son especialmente relevantes en la conformación de posiciones contrarias a estas aplicaciones.

Hemos podido constatar que las variables con un mayor efecto sobre la oposición a la energía nuclear son la asociación de la tecnociencia con riesgos y la preocupación por los perjuicios sobre el medioambiente, en la línea de las explicaciones teóricas de la sociedad del riesgo (Beck, 1986). Se trataría así, más de una oposición reflexiva que de una oposición causada por una falta de conocimiento tecnocientífico (Royal Society of London, 1985). De hecho, la hipótesis de la asociación entre nivel de conocimiento tecnocientífico y oposición a las aplicaciones controvertidas no ha podido ser comprobada de manera concluyente.

Asimismo, la oposición de la energía nuclear y al cultivo de plantas transgénicas se asocian estadísticamente con una opinión favorable de que la ciudadanía amplíe su papel en la toma de decisiones tecnocientíficas que le afectan directamente. Por lo que, en línea con la argumentación teórica anterior, quienes se oponen a ciertas aplicaciones como la energía nuclear o los transgénicos estarían demandando nuevas formas de gestionar socialmente la tecnociencia (Beck, 1986; Todt, 2011; Scheufele, 2014), especialmente en torno a aquellas aplicaciones tecnocientíficas que se perciben con mayor inquietud o con un balance general menos positivo.

Así pues, la percepción del riesgo o perjuicio sobre el medioambiente y la salud sería un factor determinante a la hora de explicar la oposición a la energía nuclear. La distinta socialización en torno a la seguridad y la salud que, en general, reciben hombres y mujeres (Connell, 1995; Larrañaga, 2009) ayudaría a explicar las diferencias de género observadas en esta encuesta, así como en todas las encuestas sobre energía nuclear que se han realizado desde la década de 1970 (Bord y O'Connor, 1997).

En un segundo orden de influencia, el esquema ideológico derecha-izquierda ofrece una orientación en la posición de los individuos acerca de las aplicaciones controvertidas. Los esquemas ideológicos (Zaller 1992; Kumlin 2001) ayudarían a tomar postura ante aplicaciones cada vez más complejas sobre las que la mayor parte de la población tendría poca información especializada. Así, el debate en la esfera pública en torno a la energía nuclear y los transgénicos se habría vinculado a estas categorías semánticas de alta significación, sobre la que los individuos desarrollarían sus opiniones, ayudándoles a encontrar su posicionamiento en un contexto ambivalente. La ambivalencia se experimenta cuando el individuo se debate entre impulsos contradictorios y simultáneos de simpatía y antipatía, de atracción y repulsión. Como señala Bauman, la

modernización trata de eliminar esa ambigüedad, creando objetos que tratan de ser evidentes en sí mismos y exentos de ambivalencia para los individuos que se sirven de ellos. En cambio, el orden pretendido por la modernidad no se habría alcanzado, ya que el individuo en las sociedades contemporáneas sigue experimentando incertidumbre e inseguridad frente a sus problemas diarios. En este contexto, como señala Ulrich Beck, los individuos esperan hallar soluciones individuales a los problemas construidos socialmente.

A mayor profundización de las sociedades contemporáneas en lo que, subrayando aspectos distintos, Bauman llama “modernidad líquida” y Beck “sociedad del riesgo”, podemos esperar un aumento de las actitudes ambivalentes en los individuos ante distintos aspectos, especialmente ante aquellos más complejos y que, por lo tanto, comportan una mayor incertidumbre respecto a sus consecuencias en el sistema social. La ambivalencia, así, está asociada con la modernidad reflexiva que plantean autores como Beck, Giddens y Lash (1994), ya que en aquella se tratan de compatibilizar los impactos positivos y los negativos, integrando la incertidumbre como un elemento real y palpable. La emergencia de la ambivalencia se alejaría así de los metarrelatos que, como referencias fijas, son capaces de valorar inequívocamente algo como positivo o negativo. Uno de los metarrelatos que, sin duda, se ve afectados por esta ambivalencia es el tecnocientífico. La reflexividad permitiría superar el declive del metarrelato tecnocientífico para llegar a un espacio en el que la incertidumbre y los riesgos asociados a la actividad tecnocientífica puedan ser integrados, sin caer en una lucha polarizada entre quienes niegan la incertidumbre y quienes niegan las certezas que ofrece la tecnociencia.

Las aplicaciones tecnocientíficas como la energía nuclear o el cultivo de transgénicos se convierten en el espacio particular en el que esta construcción de la ambivalencia toma forma, ya sea de manera constructiva desarrollando una cultura de la reflexividad o bajo formas de polarización y negación de la incertidumbre. Según Bauman (2005), nos encontramos ante el reto de abandonar la identificación moderna entre ambivalencia e incongruencia, y asumir que las asociaciones tradicionalmente negativas que se han incorporado al concepto de ambivalencia no eran otra cosa que determinaciones del discurso del poder en la modernidad. La ambivalencia en ciertas aplicaciones controvertidas son una oportunidad de encuentro entre diferentes sectores de la sociedad para reflexionar sobre las implicaciones sociales de la tecnociencia y tomar decisiones sobre cuáles son las maneras más adecuadas de gestionarlas.

## ■ REFERENCIAS

Allum, N., Sturgis, P., Tabourazi, D. and Brunton-Smith, I. (2008). "Science knowledge and attitudes across cultures: a meta-analysis". *Public Understanding of Science*, 17(1), pp. 35-54.

Bauer, Martin; Krsitina Petkova y Pepka Boyadjieva (2000). «Public knowledge of attitudes to science: Alternative measures that may end the 'science war'». *Science, Technology & Human Values*, 25 (1): 30-51.

Bauman, Zygmunt (2005). "Modernidad y ambivalencia". Barcelona: Anthropos.

Beck, Ulrich (1986). *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*, Fráncfort: Suhrkamp.

Beck, Ulrich, Anthony Giddens, y Scott Lash (1994). *Reflexive modernization: Politics, tradition and aesthetics in the modern social order*. Stanford University Press.

Bodmer, W. 1985. *The Public Understanding of Science*. London: The Royal Society.

Bord, R.J. y R.E. O'Connor (1997). The gender gap in environmental attitudes, *Soc. Sci. Q.* 78: 830-840.

Connell, Robert (1995). *Masculinities*. London: Polity Press.

Davidson, D.J. y W.R. Freudenburg (1996). Gender and environmental risk concerns, *Environ. Behav.* 28 302-339.

De Groot, J.I.M., Steg, L. y W. Poortinga (2013). Values, perceived risks and benefits, and acceptability of nuclear energy, *Risk Anal.* 33: 307-317.

Douglas, Mary y Aaron Wildavsky 1982. *Risk and Culture: An Essay on the Selection of Technical and Environmental Dangers*. Berkeley, CA: University of California Press.

Elam, Mark, and Margareta Bertilsson. "Consuming, engaging and confronting science the emerging dimensions of scientific citizenship." *European Journal of Social Theory* 6.2 (2003): 233-251.

Energy Poll (2016). Energy Poll, Energy Management and Innovation Center, Austin: University of Texas. Disponible en <http://www.utenergypoll.com/>

Eurobarómetro (2010a). *Europeans and Nuclear Safety*, Special Eurobarometer 324, Comisión Europea, marzo 2010.

Eurobarómetro (2010b). *Biotechnology*, Special Eurobarometer 341, Comisión Europea, noviembre 2010.

Evans, M. D. R., Kelley, J. (2011). US attitudes toward human embryonic stem cell research. *Nature biotechnology*, 29(6), 484-488.

Fiske, S.T. y P.W. Linville. 1980. "What does the schema concept buy us?" *Personality and Social Psychology Bulletin*, 6: 543-57.

Handlin, O. (1980). «La ambivalencia en la reacción popular ante la ciencia».

En Barnes, B. (ed.). *Estudios sobre sociología de la ciencia*. Madrid: Alianza.

Ho, S. S.; D. Brossard y D. A. Scheufele. 2008. «Effects of value predispositions, mass media use, and knowledge on public attitudes toward embryonic stem cell research». *International Journal of Public Opinion Research* 20: 171-192.  
<http://dx.doi.org/10.1093/ijpor/edn017>

Jäckle, S. y R. Bauschke (2011). Comparing socialization, cultural, and individual level effects on attitudes towards nuclear energy, *Politics Cult. Soc.* 2 (4): 341-366.

Jasanoff, S. (2003). Technologies of humility: citizen participation in governing science. *Minerva*, 41 (3): 223-244.

Kumlin, S. 2001. «Ideology-driven opinion formation in Europe: The case of attitudes towards the third sector in Sweden». *European Journal of Political Research* 39: 487-518.

Lagadec, Patrick (1981). *La civilisation du risque*. París: Seuil.

Larrañaga, I.; Valderrama, M.J.; Martín, U.; Begiristain, J.M.; Bacigalupe, A.; Arregi, B. (2009) "Mujeres y Hombres ante el Cuidado Informal: diferencias en los significados y las estrategias". *Rev Fac Nac Salud Pública*; 27(1): 50-55.

Leiserowitz, A., Maibach, E., Roser-Renouf, C., Smith, N. and Dawson, E. (2012). "Climategate, Public Opinion, and the Loss of Trust". *American Behavioral Scientist*, 57(6), pp. 818-837.

Lobera, Josep (2008). "Insostenibilidad: aproximación al conflicto socioecológico". *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4 (11): 53-80.

Lobera, J.; Torres Albero, C. (2015). "El prestigio social de las profesiones tecnocientíficas". En: FECYT, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España 2014*. Madrid: FECYT.

Lyotard, J.-F. 1984. *The Postmodern Condition*, Minneapolis: University of Minnesota Press.

Medina, Manuel (1992). «Nuevas tecnologías, evaluación de la innovación tecnológica y gestión de riesgos». En: Sanmartín, J. et al. (eds.), *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Anthropos.

Mejlgaard, Niels, and Sally Stares. "Participation and competence as joint components in a cross-national analysis of scientific citizenship." *Public Understanding of Science* 19.5 (2010): 545-561.

Merton, Robert K. (1977). *Sociología de la ciencia*. Madrid: Alianza.

Pardo, R. and Calvo, F. (2004) "The Cognitive Dimension of Public Perceptions of Science: Methodological Issues," *Public Understanding of Science* 13: 203-27.

Pla Vargas, Lluís (2006). "La modernidad y sus abismos". *Astrolabio. Revista internacional de filosofía*, 3:102-111.

Price, A. and Peterson, L. (2016). "Scientific progress, risk, and development: Explaining attitudes toward science cross-nationally". *International Sociology*, 31(1): 57-80.

Rogero, Jesús y Lobera, Josep (2017). *Márgenes difusos: la confianza en las pseudociencias en España*. En: FECYT, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*. Madrid: FECYT.

Royal Society of London (1985) *The Public Understanding of Science*. London: Royal Society.

Scheufele, D.A. et al. (2009). "Religious beliefs and public attitudes toward nano-technology in Europe and the United States". *Nature Nanotech* 4: 91-94. <http://dx.doi.org/10.1038/nnano.2008.361>

Scheufele, D. (2014). "Science communication as political communication". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(4):13585-13592.

Solomon, L.S., Tomaskovic-Devy, D. y B.J. Risman (1989). The gender gap and nuclear power, *Sex Roles* 21: 401-414.

Stilgoe, J., Lock, S. and Wilsdon, J. (2014). Why should we promote public engagement with science?. *Public Understanding of Science*, 23(1), pp. 4-15.

Sundström, Aksel, and Aaron M. McCright (2016). "Women and nuclear energy: Examining the gender divide in opposition to nuclear power among Swedish citizens and politicians." *Energy Research & Social Science* 11: 29-39.

Todt, O. (2011). The limits of policy: Public acceptance and the reform of science and technology governance. *Technological Forecasting and Social Change*, 78 (6), pp. 902-909.

Torres Albero, Cristóbal (2005). "La ambivalencia ante la ciencia y la tecnología". *Revista Internacional de Sociología*, 63 (42): 9-38.

Torres Albero, C.; Lobera, J. (2015). "Representaciones sociales y resistencia a la ciencia y la tecnología en la opinión pública". En: FECYT, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*. Madrid: FECYT.

Torres Albero, C.; Lobera, J. (2017). "El declive de la fe en el progreso. Pos-materialismo, ideología y religiosidad en las representaciones sociales de la tecnociencia", *Revista Internacional de Sociología*, 75 (3): e069. <http://dx.doi.org/10.3989/ris.2017.75.3.16.61>

Ziman, J. 1991. "Public understanding of science" *Science, Technology and Human Values* 16: 99-91.