



LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CULTURA CIENTÍFICA

JON D. MILLER
Universidad de Michigan

BELÉN LASPRA PÉREZ
Universidad de Oviedo

02

La cultura científica se define comúnmente en términos de sus componentes o dimensiones. En términos generales, la dimensión epistémica involucra elementos relacionados con el conocimiento científico y tecnológico, la dimensión axiológica involucra elementos relacionados con actitudes hacia la ciencia y la dimensión praxeológica involucra elementos relacionados con comportamientos o disposiciones comportamentales relacionadas con las dimensiones epistémica y axiológica. Tener cierto nivel de cultura científica puede significar muchas cosas; depende del contexto. La presente contribución se centra en un elemento concreto de cada dimensión de la cultura científica; por lo tanto, en el marco de este trabajo, cultura científica significa tener un nivel funcional de conocimientos científicos (dimensión epistemológica), una actitud positiva hacia la ciencia (dimensión axiológica), y estar comprometido o tener la disposición de estar comprometido en la toma de decisiones sobre cuestiones de ciencia y tecnología (dimensión praxeológica).

Nuestro objetivo es entender qué factores en la sociedad española influyen en la cultura científica; es decir, cuáles son los predictores más fuertes de la presencia de un cierto nivel de alfabetización científica, de una actitud positiva y de una disposición a participar. Utilizando datos de la última encuesta española sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (en adelante, EPSCT 2018), utilizamos el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM por su acrónimo inglés: *Structural Equation Modeling*) para analizar los factores que influyen en estos tres elementos de la cultura científica.

LAS TRES VARIABLES DE SALIDA

Un nivel funcional de conocimientos científicos

Tener un nivel funcional de conocimientos científicos significa tener un vocabulario básico de términos y constructos científicos suficientes para leer y dar sentido a un periodismo científico de calidad. Por ejemplo, el contenido científico que se puede encontrar en una sección de ciencia de un periódico, en un artículo, en una revista o sitio web de divulgación de la ciencia, en un documental o en una exhibición en un museo de ciencia y tecnología (Miller, 1983a, 1987, 1998, 2010b, 2010c).

Además, en lo que respecta a la toma de decisiones sobre cuestiones de ciencia y tecnología, un nivel funcional de conocimientos científicos es útil para adquirir e incorporar información sobre los actuales debates públicos sobre el cambio climático, las energías renovables y no renovables, los alimentos genéticamente modificados, la homeopatía y las pseudociencias, la contaminación o la inteligencia artificial.

Uno de los tres puntos principales de este trabajo es comprender qué es lo que incide en el nivel de conocimientos científicos. En este sentido, existe una medida ampliamente utilizada de la alfabetización científica desarrollada por Miller (Miller, 1983a, 1987, 1998, 2014; Miller, Pardo y Niwa, 1997; Miller y Pardo, 2000) que se ha utilizado en Estados Unidos, Canadá, Japón y otros países. La EPSCT 2018 no incorpora la batería necesaria para calcular el Índice de Alfabetización Científica Cívica, no obstante, contiene un inteligente conjunto de ítems que miden el conocimiento científico¹. Los encuestados tienen que elegir cuál de las dos frases es la correcta (tabla 1); la variable "Conocimiento científico" es una medida del desempeño de los encuestados en este cuestionario. El 14% proporcionó una respuesta correcta a los seis ítems, el 34% falló en uno, el 27% en dos, el 16% en tres, el 7% en cuatro, el 2% en cinco y menos del 1% no pudo proporcionar una sola respuesta correcta. El "Conocimiento científico" es una de las tres variables de salida del modelo.

Tabla 1. Porcentajes de respuestas correctas en la pregunta de conocimiento científico para 2006, 2014, 2016 y 2018

Ítems	2006	2014	2016	2018
La Tierra gira alrededor del Sol (Verdadero)	60,4%	72,5%	88,3%	88,1%
El oxígeno que respiramos proviene de las plantas (Verdadero)	72,9%	80,1%	–	–
Los antibióticos matan virus y bacterias (Falso)	29,2%	46,5%	53,3%	66,3%
Los continentes en los que vivimos han estado moviendo su ubicación durante millones de años y continuarán moviéndose en el futuro (Verdadero)	76,7%	87,3%	78,3%	–
Los láseres trabajan enfocando las ondas sonoras (Falso)	29,2%	46,5%	53,3%	–
Toda la radiactividad es artificial (Falso)	59,7%	60,1%	–	–
El centro de la Tierra está muy caliente (Verdadero)	83,2%	90,0%	–	–

(Continúa)

¹ La redacción y la metodología de la pregunta utilizada en las encuestas de 2006 y 2014 es diferente de la usada en las encuestas de 2016 y 2018. En las dos primeras, se preguntó al encuestado su opinión sobre la falsedad o la verdad de una afirmación. En las encuestas de 2016 y 2018 se diseñó una nueva batería de preguntas. Los encuestados tuvieron que elegir de entre dos afirmaciones la que creían verdadera.

Tabla 1. Porcentajes de respuestas correctas en la pregunta de conocimiento científico para 2006, 2014, 2016 y 2018

(Continuación)

Ítems	2006	2014	2016	2018
Los seres humanos, tal como los conocemos hoy en día, se desarrollaron a partir de especies animales anteriores (Verdadero)	74,2%	83,7%		
Los primeros humanos vivieron al mismo tiempo que los dinosaurios (Falso)	53,0%	69,5%	76,3%	85,0%
Comer un fruto modificado genéticamente no cambia los genes de la persona que lo come (Verdadero)	–	62,3%	78,7%	87,4%
El cambio climático actual se debe principalmente a la acumulación de gases de efecto invernadero (Verdadero)	–	–	–	64,6%
El número pi (π) es la relación entre los catetos y la hipotenusa de un triángulo (Falso)	–	–	–	35,4%
Tamaño de la muestra	7.056	6.355	6.357	5.200

Fuente: EPSCT 2018, FECYT. Elaboración propia.

Actitud positiva hacia la ciencia

En los informes anteriores de EPSCT, el análisis de conglomerados detectaba cinco conglomerados, etiquetados como "desinformados", "críticos-desinformados", "procientíficos-moderados", "procientíficos-entusiastas" y "población sin posición definida". Los dos perfiles procientíficos juntos han alcanzado el 40% de la población en todas las oleadas, pero desde 2002 —cuando se realizó la primera de estas encuestas—, el porcentaje ha disminuido 10 puntos, pasando de un 51,1% en 2002 a un 40,2% en 2014. Esto no se debe a que el porcentaje de moderados haya disminuido, se ha mantenido en torno al 25%, sino a que el porcentaje de población entusiasta ha caído 10 puntos. Los "procientíficos-entusiastas" son un grupo caracterizado por un fuerte reconocimiento del impacto positivo de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana y en la mejora del bienestar, y reclaman más recursos y financiación para la investigación en ciencia. Que este grupo de personas esté disminuyendo no es una buena noticia para el sistema de ciencia y tecnología.

Una actitud positiva hacia la ciencia entendida como una actitud favorable a incrementar la financiación pública en investigación, desarrollo e innovación es otra de las tres variables de salida. En la encuesta EPSCT 2018 se pidió a los encuestados que eligieran de una lista de 14 sectores (como salud, defensa, justicia, medio ambiente...), cuatro en los cuales aumentarían el presupuesto gubernamental. La variable "financiación pública de la ciencia y la tecnología" es una variable dicotómica, en la que se ha establecido "1" para los que eligen la ciencia y la tecnología (21,8%) y "0" para los que no lo hacen (78,2%).

Compromiso con la ciencia

El tercer objetivo de este trabajo es comprender qué es lo que fomenta el compromiso social con la ciencia y la tecnología. Un cierto nivel de conocimientos científicos para dar sentido a la nueva información científica y una conciencia de los beneficios de la ciencia y la tecnología son factores clave en la cultura científica. Como sociedad caracterizada por el desarrollo de la ciencia y la tecnología, es importante contar con ciudadanos alfabetizados que participen en la toma de decisiones sobre cuestiones de ciencia y tecnología que les afectan.

La EPSCT 2018 incorpora una pregunta sobre el nivel de compromiso individual en la toma de decisiones en asuntos científicos de interés social. Las respuestas van desde los que ya están comprometidos hasta los que no están interesados en absoluto (tabla 2). La variable "Participación" es una variable dicotómica en la que "1" incluye a los que están comprometidos o tienen disposición a estarlo (31,9%) y a los que no están o no quieren estarlo (68,1%).

Tabla 2. Resultados de la pregunta sobre el compromiso

Ítems	2018
Ya participo activamente en la toma de decisiones sobre cuestiones científicas	1,6%
Me gustaría involucrarme activamente en la toma de decisiones sobre cuestiones científicas	8,5%
Me gustaría poder opinar sobre decisiones científicas	21,8%
Me gustaría que los ciudadanos pudieran participar en la toma de decisiones sobre cuestiones científicas, pero no quiero involucrarme personalmente	20,1%
No estoy interesado en involucrarme en la toma de decisiones sobre temas científicos siempre y cuando los científicos se ocupen de ello	41,9%
NS/NC	6,1%

Fuente: EPSCT 2018, FECYT. Elaboración propia.

VARIABLES EN EL MODELO

Un SEM (acrónimo de *Structural Equation Modeling*, modelos de ecuaciones estructurales) es un conjunto de ecuaciones de regresión que miden la relación entre cada variable independiente y las variables a la derecha de esa variable. El diseño de un SEM es un ejercicio de construcción y puesta a prueba de una teoría. Sobre la base de la literatura previamente existente y su conocimiento sobre el tema, el investigador selecciona los factores (variables) y especifica las relaciones (caminos) entre ellos, que hipotetiza influyentes en el fenómeno que está analizando.

En un proceso similar a la falsación de Popper, el *software* LISREL proporciona información que permite aceptar la existencia de esas relaciones o rechazarlas, así como información sobre la fuerza de las relaciones².

Para explorar la influencia relativa de una serie de factores seleccionados en los tres elementos de la cultura científica, se realizó un análisis de ecuaciones estructurales sobre el conjunto de datos de la EPSCT 2108. El modelo analítico incluía la edad, el género, el nivel formativo de los padres, el nivel formativo del encuestado, tener o no hijos menores de edad, las creencias religiosas y pseudocientíficas, la ideología política, la atención a la ciencia y la tecnología, la apropiación científica y el uso de internet, la televisión, la radio y la prensa escrita para obtener información sobre temas de ciencia y tecnología. El conocimiento científico, el aumento de la financiación pública de la ciencia y la tecnología y la participación en ciencia son las variables dependientes o de salida.

La variable "edad" se recoge en unidades de años; el rango de edad de la muestra va de 15 a 93 años ($M_{\text{age}}=43,9$, error estándar=0,24). La edad es una variable ordinal, se ha colapsado en seis categorías para reducir el efecto de los valores atípicos.

El "género" es una variable dicotómica introducida en el modelo como variable ficticia. Ser mujer (51,4%) se codifica como "1" y ser hombre (48,6%) como "0". Los coeficientes de trayectoria y los efectos totales describen las características o comportamientos de las mujeres.

El "nivel de estudios" es una variable ordinal de siete categorías que recoge el grado más elevado alcanzado por el encuestado en el momento de la entrevista. Las siete categorías son (1) Sin educación, (2) Educación de 1.º grado (EGB 1.º etapa, ingreso, etcétera), (3) Enseñanza de 2.º grado/1.º ciclo (EGB 2.º etapa, 4.º bachillerato, graduado escolar, auxiliar administrativo, cultura general, etcétera), (4) Enseñanza de 2.º grado/2.º ciclo (BUP, COU, FP1, FP2, PREU, bachillerato superior, acceso a la universidad, escuela de idiomas, etcétera), (5) Enseñanza universitaria de 1.º ciclo, carreras de 3 años (escuelas universitarias, ingenierías técnicas, peritaje, diplomados, ayudante técnico sanitario, graduado social, magisterio, tres años de carrera, etcétera), (6) Enseñanza universitaria 2.º ciclo, carreras de 4-6 años (facultades, escuelas técnicas superiores, licenciados, etcétera), (7) Enseñanza universitaria de tercer ciclo (doctorado).

Por primera vez, la EPSCT 2018 ha recogido datos sobre el nivel de estudios de los padres. El "nivel de estudios de los padres" es una variable ordinal con las mismas siete categorías. La tabla 3 muestra los porcentajes de las dos variables.

² Para más información sobre los modelos de ecuaciones estructurales o LISREL, ver Hayduk (1987) y Jöreskog y Sörbom (1993).

Los datos muestran que ha habido un aumento en el número de personas con estudios, el porcentaje de encuestados sin estudios es del 6%, muy inferior al 24% de que alcanzaron sus padres.

Tabla 3. Porcentajes del nivel de estudios de los padres y de los encuestados

	Nivel de estudios de los padres	Nivel de estudios de los entrevistados
(1) Sin estudios	24,0%	6,0%
(2) 1.º grado	17,4%	8,9%
(3) 2.º grado (1.º ciclo)	27,8%	29,2%
(4) 2.º grado (2.º ciclo)	16,8%	35,0%
(5) Universidad (1.º ciclo)	5,7%	8,1%
(6) Universidad (2.º ciclo)	7,5%	12,3%
(7) Doctorado	0,8%	0,5%
Total	100%	100%

Fuente: EPSCT 2018, FECYT. Elaboración propia.

La influencia de los padres en la formación de sus hijos ha sido ampliamente documentada (Heppner y Scott, 2004; Whiston y Keller, 2004). Los estudios longitudinales sobre los factores que estimulan a los adultos jóvenes a elegir una carrera científica, tecnológica, de ingeniería, matemática o medicina (acrónimo inglés: STEMM) muestran que el nivel educativo de los padres y el estímulo de la matemática y la ciencia durante la educación secundaria aumentan la probabilidad de escoger una profesión STEMM (Miller y Kimmel, 2012). Algunos padres animan a sus hijos a participar en actividades STEMM. Este estímulo va desde proporcionar juguetes relacionados con diferentes ramas de la ciencia como la paleontología, la mineralogía o la química —muchos recordarán el *Cheminova* o tal vez todavía tengan un microscopio básico en algún lugar—; juegos de construcción y dispositivos que van desde calculadoras hasta ordenadores; también frecuentan recursos informales de aprendizaje como museos de ciencias, zoológicos, acuarios, planetarios, ferias de ciencia e instalaciones similares.

Una tabulación cruzada del nivel de estudios de los padres y del nivel de estudios individual (tabla 4) proporciona una idea de la fuerte influencia de la primera sobre la segunda ($\text{Gamma}=0,516$). A pesar de que la edad puede jugar un papel —la franja de edad de la muestra empieza en 15 años, algunos encuestados aún no han podido avanzar en sus estudios por su juventud—, aquellos individuos con niveles de estudios más altos tienen padres que también alcanzaron niveles

similares, mientras que aquellos individuos con niveles más bajos tienen padres con bajos niveles de estudios. Aquellos individuos cuyos padres tienen un nivel bajo de formación apenas alcanzan un título universitario.

Tabla 4. Tabulación cruzada entre el nivel de estudios de los padres y el de los encuestados

Nivel de estudios de los padres	Nivel de estudios de los entrevistados							Total	
	Sin estudios	1. ^{er} grado	2. ^o grado		Universidad		Doctorado		
			1. ^{er} ciclo	2. ^o ciclo	1. ^{er} ciclo	2. ^o ciclo			
Sin estudios	21,4%	22,2%	31,7%	18,6%	3,1%	2,8%	0,2%	100%	
1. ^{er} grado	2,3%	12,0%	38,7%	33,2%	6,2%	7,2%	0,4%	100%	
2. ^o grado	1. ^{er} ciclo	0,8%	3,5%	33,7%	42,5%	8,6%	10,6%	0,3%	100%
	2. ^o ciclo	0,7%	1,6%	20,8%	47,9%	11,6%	16,5%	0,9%	100%
Universidad	1. ^{er} ciclo	0,7%	2,7%	9,7%	43,3%	19,8%	22,5%	1,3%	100%
	2. ^o ciclo	0,8%	2,0%	18,1%	29,1%	7,9%	41,6%	0,5%	100%
Doctorado	2,4%	0,0%	11,9%	28,6%	23,8%	26,2%	7,1%	100%	
Total	6,0%	8,9%	29,2%	35,0%	8,1%	12,3%	0,5%	100%	

Fuente: EPSCT 2018, FECYT. Elaboración propia.

"Niños menores de edad" es una variable dicotómica introducida en el modelo como una variable ficticia, indicando que un encuestado tiene al menos un menor de edad (24,1%) o no (75,9%). Hay razones para pensar que tener hijos/as menores de edad en casa tiene algún impacto en el nivel de la cultura científica. En primer lugar, muchos adultos regresan a la enseñanza formal a través de los deberes de sus hijos/as, encontrándose una vez más repasando las tablas de multiplicar, la fórmula de la circunferencia, la tabla periódica de los elementos, los planetas, las partes de una flor y muchos otros conceptos de las materias STEM. En segundo lugar, muchos padres interesados en la ciencia y la tecnología intentan transmitir parte de su interés a sus hijos/as, y los llevan a museos, centros de ciencia y otros eventos de divulgación científica, como la semana de la ciencia o la noche de los investigadores, tratando de estimular su curiosidad. En tercer lugar, los niños/as hacen preguntas que desafían el alcance de nuestros conocimientos y que llevan a los padres a emprender proyectos de investigación a pequeña escala. Algunos estudios muestran un efecto positivo de los menores en el hogar sobre el nivel de alfabetización científica de los adultos (Miller, 2012, 2014); sin embargo, los estudios que utilizan datos españoles parecen apuntar en una dirección diferente

(Laspra, 2018). Los menores, especialmente los más pequeños, consumen mucho tiempo, espacio y recursos; y los padres a veces necesitan suspender temporalmente sus intereses o detenerlos permanentemente, incluidos los de índole científica, lo que podría tener un efecto negativo en el nivel de la cultura científica.

La variable "creencias religiosas" es una variable ordinal con tres categorías. En el nivel inferior se encuentran los que no tienen creencias religiosas (35,3%), en el segundo nivel se encuentran los que muestran algún grado de creencias religiosas (44,7%), y en el tercer nivel los que se declaran creyentes de cualquier religión (19,2%), como el catolicismo, el protestantismo o el islam.

La EPSCT 2018 incluyó un conjunto de ítems relacionados con las creencias pseudocientíficas individuales. Se examinaron los ítems y, sobre la base de un análisis factorial confirmatorio, se construyó un "índice de creencias pseudocientíficas". Los ítems y sus factores de carga se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Ítems y cargas factoriales del índice pseudocientífico

Pregunta/ítems	Carga factorial	
La última vez que utilizó un tratamiento alternativo como la homeopatía o la acupuntura, lo hizo...	En lugar de los tratamientos médicos convencionales	0,36
	Como complemento a los tratamientos médicos convencionales	
Indique su grado de confianza en las siguientes prácticas en lo que respecta a su utilidad para la salud y el bienestar general, donde "1" significa "ninguno" y "5" significa "muy alto"	Acupuntura	0,77
	Reiki (imposición de manos)	0,70
	Homeopatía	0,87
Para cada una de las siguientes prácticas, dígame hasta qué punto cree que es científica, utilizando una escala del 1 al 5, donde "1" significa "nada científico" y "5" significa "totalmente científico"	Homeopatía	0,55
	Acupuntura	0,60

Chi-cuadrado=32,95. Grados de libertad=5. Valor P=0,000. RMSEA=0,038. N=3.957.

Fuente: EPSCT 2018, FECYT. Elaboración propia.

Dado que es una batería con un alto porcentaje de "No sabe" o "No contesta", utilizar el índice implicaba perder un número considerable de casos, exactamente 1.243. De modo que usamos las cargas factoriales para identificar los ítems que mostraban las relaciones más fuertes con el factor latente (las creencias pseudocientíficas) y ponderamos los ítems en función de sus cargas factoriales para producir un índice de cero a diez basado en respuestas directas (tabla 6). Las puntuaciones de este método simplificado se correlacionaron a $r=0,892$ ($p<0,001$) con el índice de creencias pseudocientíficas.

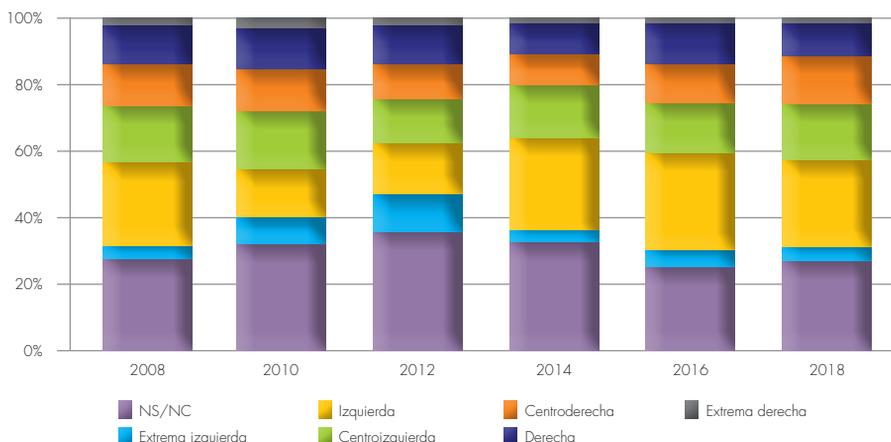
Tabla 6. Escala de creencias pseudocientíficas

Pregunta/ítem	Respuesta	Puntos	
La última vez que utilizó un tratamiento alternativo como la homeopatía o la acupuntura, lo hizo...	En lugar de los tratamientos médicos convencionales	1	
Indique su grado de confianza en las siguientes prácticas en lo que respecta a su utilidad para la salud y el bienestar general, donde "1" significa "ninguno" y "5" significa "muy alto"	Acupuntura	4 o 5	2
	Reiki	4 o 5	2
	Homeopatía	4 o 5	2
Para cada una de las siguientes prácticas, dígame hasta qué punto cree que es científica, utilizando una escala del 1 al 5, donde "1" significa "nada científico" y "5" significa "totalmente científico"	Homeopatía	3	0,5
		4 o 5	1
	Acupuntura	3	0,5
		4 o 5	1
Total		10	

Fuente: EPSCT 2018, FECYT. Elaboración propia.

La "ideología política" es una variable dicotómica introducida en el modelo como una variable ficticia en la que "1" representa a los encuestados que afirman estar en el lado derecho del espectro político, y "0" a los que no contestan así. Los efectos de esta variable deben interpretarse con cautela. Además de que los porcentajes de la ideología de la izquierda duplican los porcentajes de la ideología de la derecha (gráfico 1), hay un porcentaje importante de "No sabe" o "No responde", superior al 25%.

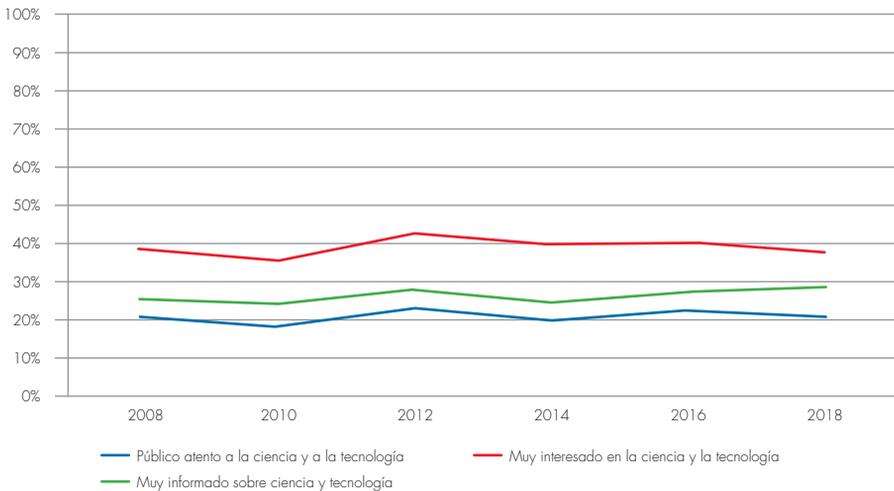
Gráfico 1. Ideología política de 2008 a 2018



Fuente: EPSCT, series 2008-2018, FECYT. Elaboración propia.

El público atento es "un grupo que se autodefine como un público que tiene un alto nivel de interés en un tema y además cree que está bien informado sobre él" (Miller, 1983b: 23). Almond (1950) definió por primera vez el público atento en un influyente trabajo sobre la política exterior en Estados Unidos, y Miller (Miller e Inglehart, 2012) extendió este concepto a público atento a la ciencia y a la tecnología. El concepto se ha aplicado principalmente a la política científica estadounidense, pero puede emplearse fácilmente a otros contextos. Casi todas las EPSCT tienen las variables necesarias para calcular este perfil. La variable "público atento a la ciencia y la tecnología" se basa en el interés y la información que los encuestados afirman tener sobre la ciencia y la tecnología. Los datos muestran que este grupo se ha mantenido estable durante los últimos diez años y en torno al 20% de la población (gráfico 2). Era del 20,7% en 2008, 18,4% en 2010, 23,4% en 2014, 20,3% en 2016 y 20,9% en 2018.

Gráfico 2. Porcentaje de público atento a la ciencia y la tecnología en España

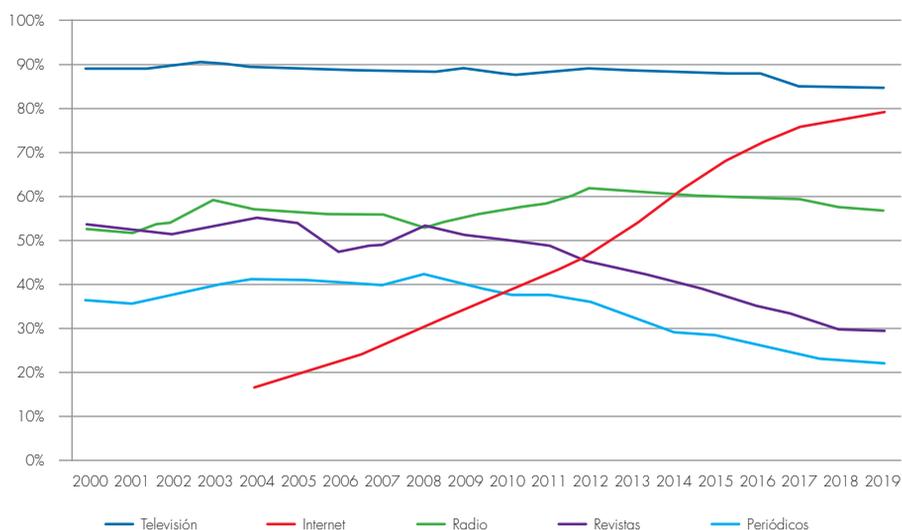


Fuente: EPSCT, series 2008-2018, FECYT. Elaboración propia.

La búsqueda de información sobre ciencia y tecnología es un conjunto de variables dicotómicas que incluyen el uso o no de "internet", "televisión", "radio" y "prensa escrita" para obtener información sobre temas de ciencia y tecnología. La EPSCT 2018 pedía a los encuestados que mencionaran los tres principales medios de comunicación que utilizaban para informarse sobre temas de ciencia y tecnología. Según los datos, el 75,7% de los encuestados utiliza la televisión para informarse sobre cuestiones de ciencia y tecnología, el 63,4% utiliza internet (incluidos los periódicos en línea, las redes sociales y otros sitios web), el 28,8% la prensa escrita y el 28,1% la radio.

El gráfico 3 muestra datos del Estudio General de Medios (EGM) de España³. Una visión panorámica de los últimos veinte años muestra el surgimiento de internet y cómo su crecimiento está afectando fuertemente a los medios impresos como revistas y periódicos. A pesar del crecimiento de internet, la televisión sigue siendo el medio más utilizado en España, también para obtener información sobre temas de ciencia y tecnología. El uso de la radio no parece haberse visto afectado por la aparición de internet.

Gráfico 3. Evolución de la penetración de los medios de comunicación



Fuente: EGM

La "apropiación" es un indicador de uso frecuente en las EPSCT para medir la disposición individual a utilizar información científica y técnica en la vida cotidiana (López Cerezo y Cámara, 2005, 2007, 2009; Cámara y López Cerezo, 2012; Polino, 2015; Cámara *et al.*, 2017). Como en cuestionarios anteriores, en la EPSCT 2018 se preguntó a los encuestados con qué frecuencia realizaban una serie de comportamientos que involucran información científica, técnica y de salud. Comportamientos como leer los prospectos de los medicamentos, las etiquetas de los alimentos, seguir el consejo médico sobre una dieta y mantenerse informado sobre una alerta de salud pública (tabla 7).

³ El EGM es un estudio sobre el consumo de medios en España realizado por la Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (AIMC). Se trata de un estudio anual en tres fases. La recogida de datos se realiza principalmente a través de entrevistas personales en los hogares, aunque en algunos casos la encuesta se realiza por teléfono. También se recogen datos de los dispositivos instalados en los televisores de cada hogar. Los datos están disponibles en www.aimc.es.

Tabla 7. Porcentajes sobre la realización de comportamientos que involucran información científica, técnica y médica

	Muy frecuentemente	A veces	Casi nunca	NS/NC	Total
Lee los prospectos de los medicamentos	51,1%	29,3%	19,1%	0,5%	100%
Lee las etiquetas de los alimentos	40,2%	33,5%	25,8%	0,5%	100%
Sigue los consejos médicos sobre una dieta	48,4%	29,9%	18,7%	3,0%	100%
Se mantiene informado en casos de alerta de salud pública	46,7%	33,1%	18,8%	1,4%	100%

Fuente: EPSCT 2018, FECYT. Elaboración propia.

La variable "apropiación" es una variable ordinal de cinco categorías. La categoría superior incorpora a los que responden "muy frecuentemente" en todos los ítems (22,2%); la siguiente, a los que realizan "muy frecuentemente" al menos tres de los ítems (15,4%); la siguiente, a los que responden "muy frecuentemente" en al menos dos de los ítems (17,7%); la siguiente, a los que responden "muy frecuentemente" en al menos un ítem (16,2%); y la más baja, a los que no hacen con frecuencia ninguno de los comportamientos (28,5%).

RESULTADOS

Considerando los efectos totales de cada una de las variables incluidas en el SEM (gráfico 4), el nivel de estudios es el predictor más fuerte del nivel de conocimiento científico (0,28). Sentirse informado y estar interesado, el público atento hacia la ciencia y la tecnología, es el predictor más fuerte de una actitud favorable hacia el incremento de la financiación de la investigación en ciencia y la tecnología (0,58) y de la disposición a participar en la ciencia (0,41). El nivel de estudios de los padres es también un fuerte predictor de los tres elementos (0,16, 0,17 y 0,25 respectivamente). El modelo completo, los efectos totales y los datos sobre el ajuste se presentan en el gráfico 4.

El nivel de estudios desempeña un papel importante en la cultura científica. Muestra una influencia directa en las tres variables de salida, hacia el conocimiento científico (0,21), hacia el apoyo a la financiación de la ciencia y la tecnología (0,15), y hacia el compromiso con la ciencia (0,11). El nivel educativo tiene también una influencia en el público atento hacia la ciencia (0,12) y en la apropiación científica (0,09). El nivel de estudios tiene un efecto negativo sobre las creencias religiosas (-0,17).

La influencia del nivel de estudios de los padres es también significativa. El efecto total en el conocimiento científico es de 0,16, en la actitud favorable hacia el incremento de la financiación pública de la ciencia y la tecnología es de 0,17, y en la participación en ciencia es de 0,26. En gran medida, la sociedad española descansa en una estructura familiar. En España, la enseñanza reglada es obligatoria y gratuita para todos los niños de entre 6 y 16 años; incluso así, la familia —cuando lo hace— proporciona un importante respaldo al sistema educativo mediante la compra de libros escolares y de material educativo, ayudando a los niños/as con sus deberes o llevándolos a actividades extraescolares. En la enseñanza no obligatoria, como la educación universitaria o los títulos profesionales, no es infrecuente que la familia asuma gastos derivados de la matrícula y la movilidad si el estudiante se traslada a otra ciudad. El entorno familiar es también un fuerte promotor de valores y patrones de comportamiento; aquellos entornos familiares con una alta sensibilidad hacia cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología suelen alimentar esta concienciación. El nivel educativo de los padres tiene un efecto directo en la participación de la ciencia de 0,25.

El entorno familiar es también un fuerte promotor de valores y patrones de comportamiento; aquellos entornos familiares con una alta sensibilidad hacia cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología suelen alimentar esta concienciación.

Los efectos totales de ser un público atento hacia la ciencia y la tecnología en el conocimiento científico, financiación de la ciencia y la tecnología y la participación son 0,10, 0,58 y 0,41 respectivamente. El 21% de la muestra española ha obtenido algún título universitario. El porcentaje de estudiantes universitarios se ha mantenido por encima del 20% en los últimos diez años⁴. El público atento muestra mayores niveles de formación que el total de la población; mientras que el 18% de los que no caracterizan como atentos tiene un título universitario, en el caso del público atento es el 33%. El público atento también alcanza mayores niveles de apropiación científica, un 45% comparado con el 33% de los no lo son. Los individuos informados e interesados en cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología mantienen una perspectiva más positiva hacia las promesas de la ciencia y la tecnología que los individuos menos interesados e informados. El 76% del público atento y el 57% de los que no lo son respondieron que los beneficios de la ciencia y la tecnología eran mayores que sus perjuicios.

⁴ Fue del 13,4% en 2008, 20% en 2010, 21,2% en 2012, 22,5% en 2014, 20,8% en 2016 y 20,9% en 2018.

Varios estudios en Estados Unidos presentan evidencias de la polarización política en asuntos concretos del campo de la ciencia, como las vacunas o el cambio climático (Kahan, 2013, 2015; Lewandowsky y Oberauer, 2016). Sin embargo, la ideología política en España no parece jugar un papel decisivo en la cultura científica. Una posible explicación es que la EPSCT 2018 aborda la percepción de la ciencia y la tecnología en sentido amplio y que la ideología política, aun teniendo influencia cuando se trata de temas concretos, no la tiene cuando la ciencia y la tecnología se toman en sentido general.

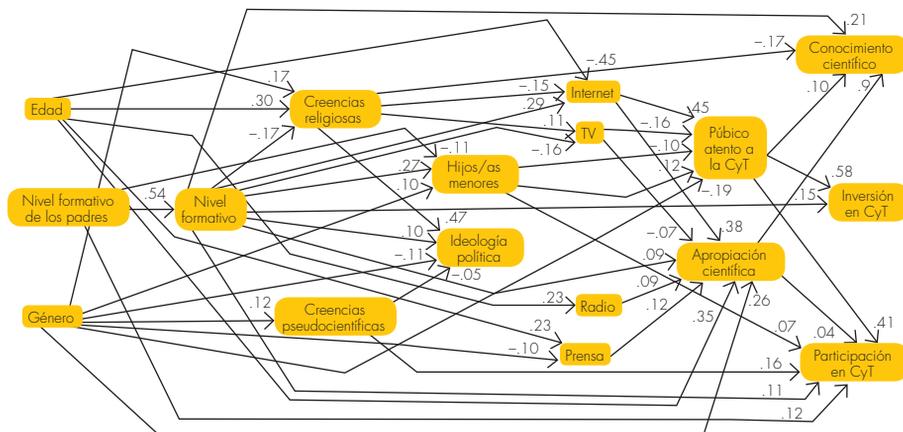
Las creencias religiosas tienen una influencia negativa en el modelo. Su efecto total en el conocimiento científico es de $-0,17$, en la actitud favorable hacia el incremento de la financiación pública es de $-0,05$ y en la participación es de $-0,04$. Esto concuerda con la influencia negativa directa que va de la educación a las creencias religiosas ($-0,17$). Las personas con un fuerte sentido de la religiosidad muestran mayor predisposición a informarse sobre ciencia y tecnología a través de la televisión ($0,11$) y están menos predispuestos a utilizar internet para obtener información científica ($-0,15$).

El uso de internet como fuente de información sobre ciencia y tecnología tiene un impacto positivo. Su efecto total en el conocimiento científico es de $0,08$, en la financiación de la ciencia y la tecnología es de $0,26$ y en la participación en la ciencia es de $0,20$. Internet se diferencia de otras fuentes de información porque permite a los usuarios buscar y obtener la información que desean en el momento en que la necesitan. Es evidente que no es lo mismo obtener información específica que informarse sobre un tema, esto último requiere más tiempo. Los individuos operan en un patrón mixto de adquisición de información; continúan algunos de sus hábitos tradicionales de adquisición de información, abandonan algunos que son menos útiles, y desarrollan nuevos hábitos de obtención de la información *online* para encontrar la información que necesitan en el modo *just-in-time* (Miller, 2014). Este patrón mixto se puede ver en el modelo, a excepción de la televisión, hay influencias positivas entre los medios y el público atento y la apropiación científica. También hay una influencia positiva, un camino, que va desde el nivel educativo al uso de internet.

La edad y el género tienen efectos totales negativos sobre las variables de salida. Las personas mayores en España tienden a tener creencias religiosas más fuertes y a utilizar los medios de comunicación tradicionales. Las mujeres tienden a mostrar mayores niveles de apropiación científica y menores niveles de información e interés —el público atento—. También tienden a consumir más homeopatía y medicina alternativa y están menos orientadas a la derecha en términos de ideología política.

El modelo explica el 14% del nivel de conocimiento científico, el 42% de la actitud favorable hacia la inversión en ciencia y tecnología y el 30% de la participación.

Gráfico 4. Un modelo de trayectoria para predecir la cultura científica y los efectos totales



Fuente: EPSCT 2018, FECYT. Elaboración propia.

Tabla 8. Efectos totales sobre el conocimiento científico, la financiación pública de la ciencia y la tecnología y la participación en ciencia

	Conocimiento científico	Financiación pública de la CyT	Participación en la ciencia
Edad	-0,05 (.01)	-0,13 (.02)	-0,08 (.02)
Género	-0,03 (.01)	-0,12 (.02)	-0,05 (.01)
Nivel de estudios de los padres	0,16 (.02)	0,17 (.02)	0,25 (.02)
Nivel de estudios	0,28 (.03)	0,31 (.04)	0,24 (.04)
Hijos menores de edad	-0,01 (.00)	-0,06 (.02)	-0,00 (.00)
Creencias religiosas	-0,18 (.02)	-0,05 (.01)	-0,04 (.01)
Creencias pseudocientíficas	0,0 (.00)	0,0 (.00)	0,16 (.02)
Ideología política	0,0 (.00)	0,0 (.00)	0,0 (.00)
Público atento a la CyT	0,10 (.02)	0,58 (.05)	0,41 (.04)
Apropiación científica	0,09 (.02)	0,0 (.00)	0,04 (.02)
Internet	0,08 (.01)	0,26 (.03)	0,20 (.02)
TV	-0,02 (.01)	-0,09 (.02)	-0,07 (.01)
Radio	0,01 (.00)	0,0 (.00)	0,0 (.00)
Periódicos	0,0 (.00)	0,0 (.00)	0,0 (.00)
R ²	0,14	0,42	0,30

Estadísticas de ajuste: df=84; Chi-cuadrado=181,79 (p=0,0); error cuadrático medio de aproximación (RMSEA)=0,015; intervalo de confianza del 90% (RMSEA)= [0,012; 0,018]. N=5.200.

Fuente: EPSCT 2018, FECYT. Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Este análisis ha demostrado la importancia del público atento en el contexto español. La mayor parte de la literatura inicial sobre la especialización de los temas y el papel de las políticas científicas ha sido desarrollada en Estados Unidos. La estructura de la política estadounidense y el fuerte compromiso de los grupos de interés en el proceso legislativo difieren de muchos sistemas parlamentarios europeos. La conclusión de que la población española que forma parte de ese público atento a la ciencia y tecnología es más favorable al gasto público en investigación científica y tiene más probabilidades de participar en discusiones y actividades de política científica es una contribución útil a la literatura internacional. Este público atento es un recurso valioso para llevar a cabo políticas públicas de promoción de la ciencia. Es importante que una sociedad democrática como la española pueda aprovechar este recurso fortaleciendo los mecanismos de participación y toma de decisiones.

Este análisis respalda la importancia de la alfabetización científica y la educación en la construcción y promoción de una cultura científica. Los ciudadanos del siglo XXI tendrán que adquirir y mantener una caja de herramientas conceptuales de términos y construcciones científicas. No cabe duda de que todas las sociedades industriales serán más científicas y tecnológicas a finales del siglo XXI de lo que lo son hoy. En las próximas décadas, la supervivencia de un gobierno democrático dependerá de capacitar una proporción suficiente de ciudadanos que puedan seguir, comprender y comprometerse con las políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología. Aunque los ítems de conocimiento y comprensión de la ciencia incluidos en la EPSCT 2018 debería ampliarse para recoger nuevas cuestiones científicas y tecnológicas políticamente relevantes (por ejemplo, la tecnología CRISPR), el conjunto de elementos disponibles para este análisis ha sido suficiente para demostrar la utilidad en la cultura científica. La educación no es un gasto, es una inversión, como lo es la inversión en I+D. España debe garantizar la calidad de su sistema educativo en su conjunto, lo que incluye proporcionar recursos para la enseñanza reglada, pero también garantizar la formación de profesores cualificados y promover unas condiciones de trabajo dignas.

Este análisis respalda la importancia
de la alfabetización científica y la educación
en la construcción y promoción
de una cultura científica.

Por último, nuestras conclusiones sobre el uso de internet en la adquisición de información científica y tecnológica apuntan a un área de investigación emergente y de importancia crítica. En el mundo moderno, estamos entrando en un nuevo período de adquisición de información. Durante siglos, nos hemos basado en un modelo de almacenamiento de difusión y comunicación de la información (*warehouse model*). Maestros, líderes políticos y religiosos, editores de periódicos y otras fuentes autorizadas les decían a otras personas lo que deberían saber. Y se esperaba que esta audiencia de estudiantes o adultos almacenara la información importante en su almacén mental y la guardara para su posible uso futuro. Pero la era de los almacenes está terminando e internet y lo inalámbrico permiten a los individuos decidir qué información quieren y adquirirla cuando la necesitan. Los diccionarios, directorios y atlas impresos están desapareciendo y las personas buscan información sobre la salud, la ciencia, los resultados deportivos o sobre restaurantes cuando lo desean. En futuras EPSCT sería importante ampliar la gama de ítems para obtener información sobre comportamientos relacionados con la adquisición de la información y sobre los recursos disponibles y utilizados por la población española.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almond, G. A. (1950). *The American People and Foreign Policy*. Nueva York: Harcourt Brace.
- Cámara, M., Laspra, B. y López Cerezo, J. A. (2017). Apropiación social de la ciencia en España. En: FECYT (ed.), *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2016*: 21-49. Madrid: FECYT.
- Cámara, M. y López Cerezo, J. A. (2008). Dimensiones políticas de la cultura científica. En: J. A. López Cerezo y F. J. Gómez González (eds.), *Apropiación social de la ciencia*: 63-90. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Hayduk, L. A. (1987). *Structural Equation Modeling with LISREL*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Heppner, M. J. y Scott, A. B. (2004). From whence we came: The role of social class in our families of origin. *The Counseling Psychologist*, 32: 596-602.
- Jöreskog, K. y D. Sörbom. (1993). *LISREL 8*. Chicago: Scientific Software International.
- Kahan, D. M. (2015). Climate-Science Communication and the Measurement Problem. *Political Psychology*, 36: 1-43.
- Kahan, D. M. (2013). A Risky Science Communication Environment for Vaccines. *Science*, 342(6154): 53-54.

- Lewandowsky, S. y Oberauer, K. (2016). Motivated rejection of Science. *Current Directions in Psychological Science*, 25(4): 217-222.
- Miller, J. D. (2014). La importancia de la alfabetización científica en un mundo 'just-in-time'. En: B. Laspra y E. Muñoz (eds.), *Culturas científicas e innovadoras. Progreso social*: 73-99. Buenos Aires: Eudeba.
- Miller, J. D. (2012). The sources and impact of civic scientific literacy. En: M. W. Bauer, R. Shukla y N. Allum (eds.), *The culture of science. How public relates to science across the globe*: 217-240. Nueva York-Londres: Routledge.
- Miller, J. D. (2010). Adult Science Learning in the Internet Era. *Curator*, 53(2): 191-208.
- Miller, J. D. (1998). The Measurement of Civic Scientific Literacy. *Public Understanding of Science*, 7: 203-223.
- Miller, J. D. (1987). Scientific Literacy in the United States. En: D. Evered y M. O'Connor (eds.), *Communicating Science to the Public*: 14-19. Londres: Wiley.
- Miller, J. D. (1983a). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. *Daedalus*, 112(2): 29-48.
- Miller, J. D. (1983b). *The American People and Science Policy. The role of public attitudes in the policy process*. Nueva York: Pergamon Press.
- Miller, J. D. e Inglehart, R. F. (2012). American Attitudes toward Science and Technology. En: W.S. Bainbridge (ed.), *Leadership in Science and Technology: A reference handbook* (Vol. 1): 298-306. Nueva York: Sage.
- Miller, J. D. y Kimmel, L. G. (2012). Pathways to a STEMM Profession. *Peabody Journal of Education*, 87: 26-45.
- Miller, J. D. y Pardo, R. (2000). Civic scientific literacy and attitude to science and technology: A comparative analysis of the European Union, the United States, Japan, and Canada. En: M. Dierkes y C. von Grote (eds.), *Between Understanding and Trust: The public, science, and technology*: 81-129. Ámsterdam: Harwood Academic Publishers.
- Miller, J. D., Pardo, R. y Niwa, F. (1997). *Public Perceptions of Science and Technology: A Comparative Study of the European Union, the United States, Japan, and Canada*. Madrid: BBV Foundation Press.
- Laspra, B. (2018). *La alfabetización científica*. Madrid: Catarata.
- López Cerezo, J. A. y Cámara, M. (2009). Apropiación social de la ciencia y participación ciudadana. En: FECYT (ed.), *Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos*: 81-103. Madrid: FECYT.

López Cerezo, J. A. y Cámara, M. (2007). Scientific culture and social appropriation of the science. *Social Epistemology*, 21(1): 69-81.

López Cerezo, J. A. y Cámara, M. (2005). Apropiación social de la ciencia. En: FECYT (ed.), *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2004*: 31-57. Madrid: FECYT.

Polino, C. (coord.) (2015). *Manual de Antigua: indicadores de percepción pública de la ciencia*. Buenos Aires: RICYT-OCTS-OEI.

Whiston, S. C. y Keller, B. K. (2004). The influences of the family of origin on career development: A review and analysis. *The Counseling Psychologist*, 32: 493-568.