

# Imagen de la ciencia y la tecnología al final de la educación obligatoria

ÁNGEL VÁZQUEZ Y MARÍA-ANTONIA MANASSERO\*

*Universidad de las Islas Baleares*



## *Resumen*

*La imagen de la ciencia y la tecnología entre estudiantes del último curso de la educación secundaria obligatoria se analiza a través de las respuestas a un cuestionario de actitudes. La imagen global obtenida es intermedia, con una ligera tendencia positiva, cuyos rasgos más valorados son la contribución a la curación de enfermedades, a la mejora de la vida cotidiana o al desarrollo social y futuro; los impactos percibidos más negativamente son la incapacidad para resolver la pobreza o el hambre, la falta de confianza social y el sesgo favorable a los países desarrollados. Se expone la estructura factorial del cuestionario, la validez y fiabilidad de las subescalas. Las diferencias de imagen según el género o la elección de ciencia de los estudiantes muestran alguna significación estadística, pero el tamaño del efecto es moderado. Finalmente se discuten las implicaciones de los resultados obtenidos para la educación científica y la comprensión de la ciencia y la tecnología por el público.*

*Palabras clave:* Evaluación de actitudes, imagen de la ciencia, educación científica, comprensión pública de la ciencia, diferencias de género.

## What students think of science and technology at the end of compulsory education

### *Abstract*

*The image of science and technology among students in their last year of compulsory education is analysed through an attitudinal questionnaire. The overall image obtained from students' answers is intermediate, with a slight positive tendency. The most valued features are the contributions to curing illnesses, to improving daily life or to social and future development. Perceived negative impacts are the inability to solve poverty or famine, the lack of social trust, and the favourable bias toward developed countries. The questionnaire's factor structure, and sub-scales' validity and reliability are put forth. Some significant results were found for gender differences, and whether the students chose science or not, but the size effect of these differences is quite moderate. Finally, the implications of the results for scientific education and the public understanding of science and technology are discussed.*

*Keywords:* Attitude evaluation, image of science, scientific education, public understanding of science, gender differences.

*Correspondencia con los autores:* Ángel Vázquez Alonso. Universidad de las Islas Baleares, Departamento Ciencias de la Educación, Edificio Guillem Cifre de Colonia, Carretera de Valldemossa, km. 7.5 07122 - Palma de Mallorca. E-mail: dfsava0@uib.es T. +34 9 71 17 30 75 +34 9 71 17 30 00 Fax 34 9 71 - 17 31 90  
María Antonia Manassero Mas. Universidad de las Islas Baleares, Departamento de Psicología, Edificio Guillem Cifre de Colonia, Carretera de Valldemossa, km. 7.5 07122 Palma de Mallorca. E-mail: ma.manassero@uib.es T. +34 9 71 17 30 75 - 17 30 00. Fax +34 9 71 17 31 90

### **Imagen de la ciencia y la tecnología al final de la educación obligatoria**

La ciencia y la tecnología (CyT) son factores cruciales de desarrollo social, tanto para las sociedades industrializadas, cuyo progreso y avance se basan, precisamente, en la utilización de las aplicaciones científicas y tecnológicas, como para las sociedades en vías de desarrollo, para quienes la CyT pueden tener la respuesta a sus necesidades. La imagen y la percepción pública de CyT son asuntos de importancia capital, pues no solamente inciden directa y profundamente en la vida diaria de las personas, sino que necesitan del apoyo social para cumplir sus objetivos de investigación y desarrollo, avance del conocimiento y transferencia para el desarrollo; los gobiernos las financian y frecuentemente se enfrentan a decisiones técnicas o científicas con gran incidencia social (medio ambiente, energía, transporte y comunicaciones, etcétera), que despiertan en la sociedad sentimientos legítimos de responsabilidad, interés y deseos de participación en los procesos de toma de decisión.

La investigación sobre la imagen de CyT se enmarca en el área de las actitudes relacionadas con la ciencia, un área muy prolífica, pero donde frecuentemente se han mezclado los conceptos básicos y, por ello, aquejada de defectos metodológicos que afectan a la validez (inadecuación entre lo que se pretende medir y el constructo realmente medido) y fiabilidad (multidimensionalidad, débil base teórica, etcétera) de los resultados (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Gardner, 1996; Lederman, 1992; Vázquez y Manassero, 1995). Tal vez el defecto más crucial sea la imprecisa definición del objeto de cada actitud investigada, de modo que para facilitar una definición rigurosa del constructo investigado se ha propuesto una taxonomía de las actitudes relacionadas con la ciencia, que resalta la pluralidad y diversidad de objetos (Imagen, Aspectos Sociales, Enseñanza y Características de CyT); entre ellos, la imagen social de CyT es sólo una de las categorías, que no debe confundirse con otras (Vázquez y Manassero, 1995). En un estudio previo con un cuestionario y muestra de jóvenes diferentes, la categoría imagen de la ciencia suscitó las mejores y más favorables actitudes en relación a las demás categorías de la taxonomía y las diferencias de género confirmaron el estereotipo masculino de la CyT (mejores actitudes de los hombres hacia CyT), aunque el tamaño del efecto es pequeño (Manassero y Vázquez, 1996).

Los resultados de otras investigaciones tampoco son desfavorables para la imagen de la ciencia, resaltando aspectos percibidos muy positivamente, tales como las consecuencias beneficiosas de los descubrimientos científicos para el bienestar de la humanidad (p.e. la investigación para curar enfermedades), la utilidad para la vida diaria, el interés de sus temas y poder hacer experimentos. A su lado aparecen también aspectos negativos, tales como la dificultad de la comprensión de los temas científicos, las armas de destrucción masiva y las tecnologías de guerra (Fleming, 1987; Siegel y Ranney, 2003; Sjoberg, 2000; Sjoberg, Mehta y Mulemwa, 1996; Vázquez, 1997). Actualmente, la ciencia y la tecnología son áreas de gran interés general y social. Un indicador actual de este interés es la continua y sistemática presencia de la CyT en los sondeos de opinión pública, que son una fuente importante y actualizada de su imagen en la opinión pública, proliferando incluso los sondeos especializados en CyT (CIS, 1993, 1996a, 1996b, 1998, 2001). El barómetro de septiembre de 2001 del CIS incluía una pregunta que ejemplifica el interés del público hacia los temas de CyT: una mayoría de los encuestados se sitúan en las posiciones de mucho o bastante interés.

El eurobarómetro 55,2 (EC, 2001) ofrece una gran perspectiva monográfica sobre la opinión de los europeos mayores de 15 años en relación con la CyT. Estos se consideran escasamente informados, siendo la televisión el medio de donde

obtienen sus principales informaciones, aunque muestran gran interés hacia estos temas, siendo los preferidos medicina y medio ambiente. Globalmente, la percepción social de la ciencia es positiva, pues el balance entre impactos positivos (cura de enfermedades y mejora de la vida cotidiana) y negativos es favorable a los primeros. Sin embargo, los europeos no perciben la CyT como panaceas, ya que una mayoría consideran que no pueden resolver problemas como la pobreza o el hambre o evitar el agotamiento de recursos naturales. Desean el control de la ciencia por las autoridades imponiendo reglas éticas a los científicos, aunque se dividen en dos mitades a la hora de considerar responsables a los científicos por el uso inadecuado de sus descubrimientos por otros. Los rasgos diferenciales de los europeos más jóvenes respecto a la muestra global no son muchos. Entre éstos cabe destacar un mayor interés por Internet (como tema tecno-científico, como medio de información científica y como indicador de bienestar), visitas más frecuentes a museos científicos o técnicos y una actitud menos hostil hacia los organismos genéticamente modificados (especialmente los hombres).

La opinión pública en España sobre la percepción social de la CyT ha sido abordada en un amplio sondeo (Echeverría, 2003). El interés hacia los temas relacionados con la CyT va en aumento y la imagen que tiene la sociedad española de la CyT es buena. Los temas que despiertan mayor interés son medicina y salud, medio ambiente y ecología, ciencia y descubrimientos, –cuya valoración iguala a los más preferidos deportes, viajes y turismo– y tecnología e inventos, por encima de otros varios (política, economía, famosos...). En general, la imagen de la ciencia es bastante realista y pragmática, pues se reconocen los logros (vida más fácil y cómoda, curas de enfermedades, mejor calidad de vida...) pero, al mismo tiempo, no se pierde de vista su lado negativo (cambios rápidos y rotundos en nuestro modo de vida, destrucción del medio ambiente, control de las personas, estilo de vida artificial...), y se evita adjudicar a la ciencia una capacidad ilimitada en la resolución de todos los problemas sociales. Reconocen también que el balance tecnológico (beneficios frente a perjuicios) es más positivo que negativo, pero no se muestran satisfechos respecto a la difusión de la ciencia. Sin embargo, casi todos se consideran deficientemente informados, siendo televisión, radio y prensa escrita los medios menos valorados, mientras Internet se perfila como el medio más valorado para recibir esta información.

Los adolescentes españoles tienen una imagen positiva y similar, tanto de la ciencia como de la tecnología, asociada fundamentalmente a la valoración de los inventos de la era moderna y al prestigio social de médicos y científicos, cuyos trabajos conocen a través de Internet, los programas de radio y televisión y las revistas especializadas. La investigación científica y tecnológica se percibe inferior a países de nuestro entorno y se considera que debería centrarse en medicina y salud (curación del cáncer y SIDA) y en medio ambiente (eliminación de residuos nucleares y desarrollo de energías renovables). Los adolescentes tienen una imagen idealizada de la profesión de investigador: atractiva, con prestigio social, que produce satisfacciones personales y muy bien remunerada. Los temas que más les interesan son deportes y medio ambiente y ecología, seguidos de medicina y salud, ciencia y descubrimientos y tecnología e inventos, que se sitúan en torno a la media de interés, lo que significa que si bien no son aspectos que les interesan especialmente, sí parecen mostrar ciertas inquietudes hacia ellos.

Desde una perspectiva geográfica, Baleares es una de las comunidades con una imagen de CyT más pesimista: muestra el mayor grado de desacuerdo con la frase “la ciencia y la tecnología están haciendo que nuestras vidas sean más sanas, fáciles y cómodas” y con que la investigación científica y tecnológica “debería ser una de las principales prioridades del gobierno”.

En general, la imagen de CyT es un tema importante en los estudios de opinión pública, pero los jóvenes no suelen estar bien representados en ellos por razones metodológicas, pues el diseño de las muestras suele cortarse por estas edades y, por otro lado, muchas de ellas no reflejan resultados específicos de jóvenes. Por otro lado la investigación didáctica está dominada por la imagen escolar de CyT, un concepto diferente, aunque próximo.

El auténtico problema actual entre la juventud es la falta de interés hacia la CyT, del cual se derivan todos los demás preocupantes indicadores: baja calidad del aprendizaje escolar, baja elección de asignaturas optativas de CyT en la escuela, huida de las carreras y estudios de CyT y cierto rechazo de los trabajos relacionados con CyT (Fensham, 2004). Además, la gran tasa de abandonos en las carreras universitarias de CyT puede estar causada por la falsa imagen de la CyT adquirida por la minoría de estudiantes que decidieron matricularse, y una vez dentro, abandonan, al darse cuenta que las razones que motivaron su elección, basadas en una falsa imagen de CyT, son erróneas (Aikenhead, 2003). En suma, hoy día la relevancia de CyT se juega en los factores afectivos y de imagen de CyT.

El proyecto ROSE (The Relevance of Science Education - La Relevancia de la Educación Científica) es un estudio comparativo internacional cuyo objetivo principal es identificar los factores de ámbito afectivo-actitudinal cruciales para el aprendizaje de la CyT. Entre los diversos factores considerados en este proyecto se encuentra el análisis de la imagen de la ciencia y la tecnología, evaluada mediante una escala de actitudes hacia la CyT (Sjoberg, 2003). Este estudio presenta los principales resultados encontrados en el análisis de las respuestas a esta escala.

## Metodología

### *Muestra*

La población diana del estudio ROSE es el alumnado del final de la educación obligatoria (15/16 años). La muestra final es 32 escuelas donde se aplicó el cuestionario a uno de sus grupos de cuarto de ESO, seleccionados al azar, dando una muestra válida 774 estudiantes, de los cuales 443 (57%) son chicas y 331 (43%) chicos, cuyas edades mayoritarias son 15 ( $n = 466$ ; 60%) y 16 años ( $n = 223$ ; 29%), con minorías de 14 años ( $n = 32$ ; 4%) y edades superiores (17 y 18 años) que han repetido algún curso anterior.

Otro descriptor de la muestra es el número de libros aproximado existente en el hogar de cada estudiante, cuya escala tiene siete posiciones, que van desde ningún libro hasta más de 500. La elección de asignaturas de ciencias (Física y Química y/o Biología y Geología) es realizada por los estudiantes encuestados por vez primera en el curso durante el cual se han aplicado los cuestionarios (55% están matriculados en alguna de estas asignaturas). El grupo que elige ciencias tiene aproximadamente la misma proporción de chicas (57%) que el grupo sin ciencias y la muestra total.

### *Instrumento*

El instrumento de la investigación ROSE (Sjoberg, 2003) es una escala tipo Likert denominada "Mis opiniones sobre la ciencia y tecnología", formada por un conjunto de 16 frases referidas a la CyT (la versión española en la Tabla I). Los estudiantes valoran su grado de acuerdo / desacuerdo con cada una de ellas en una escala de cuatro puntos, desde nada de acuerdo (1) hasta totalmente de acuerdo (4).

TABLA I

Escala de opiniones sobre la ciencia y tecnología y codificación aplicada a cada categoría de respuesta (\*: frases formuladas y valoradas en sentido negativo)

H. Mis opiniones sobre la ciencia y la tecnología				
¿Estás de acuerdo con las afirmaciones siguientes sobre ciencia y tecnología?				
	Grado de Acuerdo			
	1	2	3	4
	Ninguno	Poco	Bastante	Mucho
1. El progreso científico y tecnológico ayuda a curar enfermedades como SIDA, cáncer, etc.				
2. Gracias a la ciencia y tecnología, habrá mayores oportunidades para las generaciones futuras				
3. La ciencia y la tecnología hacen nuestra vida más saludable, más fácil y más cómoda				
4. La aplicación de ciencia y las nuevas tecnologías hará el trabajo más interesante				
5. Los beneficios de la ciencia son mayores que los efectos perjudiciales que podría tener				
6. La ciencia y tecnología ayudan a erradicar la pobreza y el hambre en el mundo				
7. La ciencia y tecnología pueden resolver todos los problemas				
8. La ciencia y tecnología ayudan a los pobres				
9. La ciencia y tecnología son importantes para la sociedad				
10. La ciencia y la tecnología son la causa de los problemas medioambientales *				
11. Un país necesita ciencia y tecnología para llegar a desarrollarse				
12. La ciencia y la tecnología benefician principalmente a los países desarrollados *				
13. Los científicos siguen un método que siempre los lleva a las respuestas correctas *				
14. Siempre confiamos en lo que proponen los científicos				
15. Los científicos son siempre neutrales y objetivos *				
16. El conocimiento científico se desarrolla y cambia continuamente				

La mayoría de las frases de la escala están redactadas en un sentido positivo –un mayor grado de acuerdo supone una actitud positiva hacia la CyT– (p. e. La ciencia y la tecnología hacen nuestra vida más saludable, más fácil y más cómoda), pero algunas frases, anotadas con un asterisco, tienen un sentido negativo –un mayor grado de acuerdo supone una actitud negativa hacia la CyT– (p. e., La ciencia y tecnología son la causa de los problemas medio-ambientales; La ciencia y la tecnología benefician principalmente a los países desarrollados). Otras dos frases (Los científicos siguen un método que siempre los lleva a las respuestas correctas y Los científicos son siempre neutrales y objetivos), representan posiciones epistemológicas inadecuadas, de manera que el acuerdo implicaría sostener actitudes ingenuas y deformadas, y por tanto, una imagen de la ciencia errónea. En estas cuatro frases el significado de la puntuación emitida es inverso a las demás. Aunque la frase 14, referida a la confianza en los científicos, podría percibirse desde una perspectiva epistemológica como las anteriores, se considera más bien un rasgo de buena imagen de los científicos como profesionales (se confía en ellos), ya que la frase no afirma que sean infalibles.

La existencia de cuestiones con una doble significación, positiva y negativa, se ha tenido en cuenta en la construcción de variables de conjunto, que deben expresarse en una misma escala, cuyo cálculo requiere invertir las puntuaciones de las cuatro cuestiones con formulación negativa (puntuaciones corregidas), mientras se reserva el término clásico de puntuaciones directas para las puntuaciones sin corregir.

#### Procedimiento

La administración de la encuesta se realizó por el profesor de la clase, previa preparación con el equipo investigador, entre noviembre de 2002 y abril de 2003.

Como variables independientes se consideran el género, el número de libros existentes en los hogares de los estudiantes y la elección de asignaturas de ciencias en cuarto de ESO. Las diferencias se estudian mediante un análisis de la varianza de una vía (ANOVA), considerando la probabilidad de significación y el tamaño del efecto observado (diferencia entre las medias dividida por la desviación típica), estadístico sobre el que se realiza la interpretación de las diferencias. La estructura de la escala se estudia mediante un análisis de componentes principales.

## Resultados

Se han calculado las puntuaciones medias de cada cuestión, teniendo en cuenta la puntuación inversa en las cuestiones negativas, y la puntuación media global de estas puntuaciones medias (2,63 puntos; *DE* 0,74), como indicador de la imagen global. Esta puntuación es ligeramente positiva, aunque muy próxima al punto medio de la escala numérica utilizada en la medida. La interpretación de este indicador global se corresponde con una imagen más bien intermedia, un poco indefinida, ni positiva, ni negativa, de la CyT. Aunque este resultado no es negativo, tampoco es claramente positivo, de modo que, desde la perspectiva de la educación científica, no conseguir una imagen positiva entre los estudiantes podría considerarse un cierto fracaso.

El análisis de las puntuaciones en cada una de las cuestiones permite destacar con más detalle aspectos concretos de la imagen de la CyT reflejados en las respuestas de los estudiantes, en particular, aquellos aspectos mejor y peor valorados por los estudiantes. Los aspectos de la imagen de la CyT más positivamente valorados por los estudiantes (puntuaciones medias superiores a 3 puntos), y por orden decreciente, son la curación de las enfermedades, la disposición de mayores oportunidades para el futuro y la mejora general del nivel de vida (cuestiones 1, 2, 3 y 11). En general, a lo largo del cuestionario se observa que los rasgos que contribuyen a una mejor imagen de la CyT son todos aquellos que se refieren a la promoción de la salud (cura de enfermedades) y a las oportunidades de desarrollo, tanto social (desarrollo del país) como personal (oportunidades futuras).

El análisis de las puntuaciones medias de cada una de las cuestiones de la escala muestra que la mayoría de ellas alcanzan una puntuación media que se puede considerar positiva, por encima del punto medio de la escala (2,5), de modo que la mayoría de los distintos aspectos de CyT se valoran positivamente, pero muy poco positivamente. Desde esta perspectiva tiene interés fijarse en los aspectos valorados negativamente por los estudiantes (puntuaciones medias inferiores a 2,5 puntos) y que corresponden a cinco cuestiones, tres de las cuales tienen valoraciones más claramente negativas (por debajo de la puntuación 2). Los tres aspectos valorados más negativamente son, por orden decreciente, la imposibilidad de (... la CyT ...) resolver todos los problemas, el beneficio sesgado en favor de los países desarrollados y la falta de ayuda a los pobres (cuestiones 8, 12 y 7) y otras dos menos intensas (6 y 14).

La valoración negativa de estos aspectos no debe interpretarse, necesariamente, como una imagen negativa para la ciencia. En efecto, estar de acuerdo en que la CyT no pueden resolver todos los problemas supone una actitud de negación del poder de la ciencia, y por tanto, negativa para la ciencia porque resalta una incapacidad. Pero puede tener también una lectura sensata, ya que, su contraria, es decir, estar de acuerdo con ella, sería caer en el denominado cientifismo, o fe ciega en la CyT, que puede conducir a errores o inconvenientes mayores. En esta misma línea, se podría argumentar sobre la

idea del papel de la ciencia en la erradicación del hambre o la pobreza; como primera aproximación, la valoración negativa supone reconocer una incapacidad para la CyT, aunque su contribución para paliar estos males ha sido excepcional, especialmente en los últimos siglos. Una interpretación secundaria de otro signo sería considerar que la solución de esos problemas no depende de la CyT sino más bien de decisiones en otros niveles (educativos, sociales, políticos,...). Sería muy ilustrativo profundizar esta dimensión social y educativa, pues tal vez los jóvenes no tienen una percepción adecuada de las penalidades históricas sufridas por la humanidad.

Pero sin duda, los aspectos más negativos del cuestionario son los que se refieren a las dos cuestiones negativas restantes: la falta de equidad social de la ciencia (sesgo favorable a los países desarrollados) y la falta de credibilidad de los científicos (no se confía en los científicos). Afrontar todos estos puntos negros de la ciencia constituye un reto para la educación científica, pero también para todo el sistema tecno-científico y su envolvente social, teniendo en cuenta las dimensiones social, ideológica y cultural.

*Análisis factorial exploratorio*

Las puntuaciones corregidas de las cuestiones se han sometido a un análisis factorial exploratorio (AFE) basado en las correlaciones mutuas entre las diversas cuestiones del mismo, para estudiar las dimensiones o factores subyacentes de la escala; también se exponen los índices de fiabilidad de la escala total y las subescalas formadas por los factores.

El análisis de componentes principales con una simple rotación Varimax (ortogonal), que converge en 6 iteraciones, arroja una estructura parsimoniosa de cuatro factores que explican el 55% de la varianza y tienen una interpretación interesante (Tabla II). La fiabilidad de la escala completa con las 16 cuestiones es moderada (alfa = .5721).

TABLA II  
*Análisis factorial exploratorio (rotación Varimax) de la escala de imagen de la ciencia y la tecnología sobre las puntuaciones corregidas en las cuestiones formuladas negativamente con cuatro factores. Por simplicidad, se omiten las cargas inferiores al valor 0.3*

	FACTORES			
	Progreso social	Problemas sociales	Cientifismo	Impactos negativos
H01	0,707			
H02	0,785			
H03	0,636			
H04	0,601			
H05	0,454		<del>0,366</del>	
H06		0,784		
H07		0,763		
H08		0,803		
H09	0,526			
H10*				0,741
H11	0,482			<del>0,503</del>
H12*				0,656
H13*			-0,684	
H14			0,765	
H15*			-0,759	
H16	0,404		<del>0,304</del>	

\* : cuestiones formuladas negativamente.

La estructura factorial (Tabla II) muestra un factor claramente dominante formado por una mayoría de las cuestiones de la escala, aunque algunas de las cuestiones que se han asignado al primer factor (5, 11, 16) tienen cargas cruzadas apreciables (superiores a 0,3) sobre otros factores (se muestran tachadas en la matriz de cargas). En todos los casos, estas tres cuestiones se han asignado al primer factor por su carga mayor, su contenido y su significado; el caso más crítico es el de la cuestión 11, cuya carga cruzada es ligeramente mayor sobre el factor descartado (cuarto), pues su contenido y el signo negativo la diferencia más aún de las otras dos cuestiones del cuarto factor. Así pues, el factor principal agrupa ocho cuestiones, la mitad de la escala (1, 2, 3, 4, 5, 9, 11, 16). Las cuestiones que forman este factor describen distintos aspectos de los progresos que han supuesto la CyT para la historia de la humanidad. Se propone denominar a este factor, factor de progreso social, porque recoge diferentes formas y consecuencias sociales del progreso científico y tecnológico. La fiabilidad de este primer factor como sub-escala de 8 cuestiones es bastante buena (alfa = .7717), y con la corrección Spearman-Brown a la misma longitud del cuestionario total es muy buena (.8702).

El segundo factor del cuestionario está formado por tres cuestiones (6, 7, 8), que expresan la expectativa de que la ciencia pueda solucionar algunos problemas sociales que amenazan la vida de un gran número de personas, como el hambre o la pobreza, por lo que se propone denominar a este factor problemas sociales. La fiabilidad de este factor como sub-escala de 3 cuestiones es también bastante buena (alfa = .7688), sobre todo si se tiene en cuenta el escaso número de cuestiones que lo integran; la corrección Spearman-Brown a la misma longitud del cuestionario total confirma una excelente fiabilidad (.9466).

El tercer factor identificado por el AFE está constituido por tres cuestiones (13, 14, 15) que se refieren a aspectos epistemológicos básicos de la CyT, tales como la naturaleza del método científico (como seguro de resultados) y la fiabilidad y la neutralidad de los científicos. Las cuestiones 13 y 15 presentan cargas negativas, que indican un sentido contrario a la restante cuestión de este factor (confianza en los científicos); como las puntuaciones de ambas cuestiones han sido invertidas para el AFE, el sentido original de ambas cuestiones, sin corregir, sería paralelo al de la otra cuestión del factor (mayor confianza supone mayor creencia en la seguridad del método científico y la neutralidad de los científicos). La etiqueta de este factor se toma del contenido de la cuestión con carga positiva, que sugiere la idea de confianza absoluta en la ciencia y los científicos, y por ello, se propone denominarlo científismo. La fiabilidad de este factor como sub-escala de 3 cuestiones es problemática y sugiere el replanteamiento de las cuestiones que forman este factor (eliminar las cuestiones 13 y 15).

El cuarto y último factor está formado por dos cuestiones (10, 12) que expresan dos ideas negativas contra el desarrollo científico y tecnológico, como son los impactos medio-ambientales negativos y el excesivo etnocentrismo de la ciencia (discriminación hacia otros países, que contradice el comunismo y el universalismo como valores del conocimiento científico) por lo que se propone denominar a este factor impactos negativos. La fiabilidad de este factor como sub-escala de 2 cuestiones es muy baja (alfa = .3231); con la corrección Spearman-Brown a la misma longitud del cuestionario total es buena (.7925).

En resumen, la estructura de la escala sugiere una estructura básica unidimensional, válida y fiable, basada en una mayoría de cuestiones, aunque unas pocas cuestiones son problemáticas para la fiabilidad y validez del cuestionario.



*Diferencias de género*

Las puntuaciones de chicos y chicas se comparan mediante un análisis de la varianza de una vía para toda la muestra y en todas las cuestiones. Las diferencias de actitudes entre chicos y chicas son todas negativas, indicando que los chicos tienen puntuaciones más altas (aparecen con signo negativo en la columna tamaño del efecto de la Tabla III). En general, la interpretación de estas diferencias es que los chicos tienen una imagen de la ciencia mejor que las chicas, con excepción de tres cuestiones (12, 13 y 15, formuladas negativamente), donde la valoración debería ser inversa, es decir, las mujeres tienen una mejor imagen que los chicos. Las chicas están menos a favor del sesgo de la ciencia hacia los países desarrollados, del método científico como seguro de éxito y de la neutralidad y objetividad de los científicos.

TABLA III

*Puntuaciones directas (no invertidas) de cada cuestión, significación estadística (ANOVA) y tamaño del efecto para las diferencias de género (en cursiva las 4 cuestiones formuladas negativamente; en negrita, aquellas cuya significación de las diferencias cumplen la condición  $p < .01$ ). Las diferencias positivas indican una puntuación directa mayor de las mujeres*

	Total		Diferencias de género (Mujer-Hombre)		
	Media	N	D.E.	Tamaño del Efecto	Significación (ANOVA)
H01	3,31	770	0,72	-0,01	0,9041
H02	3,28	770	0,68	0,02	0,7581
H03	3,15	767	0,71	-0,16	0,0300
H04	2,82	767	0,74	-0,04	0,6244
H05	2,62	741	0,74	-0,18	0,0146
H06	2,01	754	0,79	-0,09	0,2138
H07	1,92	761	0,78	-0,25	<b>0,0008</b>
H08	1,75	764	0,75	-0,23	<b>0,0018</b>
H09	2,91	758	0,68	-0,13	0,0769
H10*	2,43	757	0,77	-0,01	0,8615
H11	3,06	750	0,73	-0,27	<b>0,0003</b>
H12*	3,17	764	0,74	-0,30	<b>0,0000</b>
H13*	2,30	742	0,74	-0,12	0,1125
H14	2,42	759	0,75	-0,15	0,0389
H15*	2,32	740	0,74	-0,17	0,0200
H16	2,99	756	0,73	-0,09	0,2204

\* : cuestiones formuladas negativamente.

En particular, en el primer caso, sesgo hacia los países desarrollados, las diferencias de género tienen el mayor tamaño del efecto observado, es decir, la mayor diferencia obtenida, aunque su valor (0,30) sólo representa una diferencia de género moderada. En general, las diferencias de género obtenidas son pequeñas, pues sólo en cuatro cuestiones se alcanza la significación estadística, y aún en estos casos, el tamaño del efecto es pequeño. Las cuatro cuestiones que marcan las diferencias significativas (7, 8, 11 y 12) se caracterizan porque los chicos exhiben una actitud más de acuerdo con ellas que las chicas, aunque en la última, como ya se ha comentado en el párrafo anterior, este mayor acuerdo sobre una frase formulada negativamente refleja una actitud más desfavorable de los chicos.

*Diferencias entre elegir ciencias o no*

Para toda la muestra y en todas las cuestiones se comparan las puntuaciones de los estudiantes que han elegido alguna asignatura de ciencias y los estudiantes que no han optado por las ciencias, mediante un análisis de la varianza. La variable elección o no de asignatura de ciencias en el último curso de la enseñanza obligatoria determina diferencias relevantes en las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes, pues el signo de las mismas es favorable mayoritariamente al alumnado de ciencias y casi la mitad de las cuestiones exhibe diferencias significativas. En conjunto, estas diferencias son todas favorables a los primeros, de modo que las puntuaciones actitudinales hacia la CyT de los estudiantes que optan por estudiar alguna asignatura de ciencias en el último curso de la enseñanza obligatoria son más favorables que las actitudes de quienes no optan por estudiar alguna asignatura de ciencias. En las frases formuladas negativamente, la interpretación de las diferencias numéricas debe ser obviamente la opuesta, es decir, los estudiantes de ciencias tienen actitudes peores, ya que la superioridad de las puntuaciones enmascara una actitud menos adecuada, a diferencia de lo que ocurre en el resto de las cuestiones redactadas en positivo. No obstante, en estas cuatro cuestiones las diferencias sólo son estadísticamente significativas en la cuestión referida al sesgo hacia los países desarrollados.

TABLA IV

*Resultados comparativos en puntuaciones directas para los estudiantes de ciencias y los demás, significación estadística (ANOVA) y tamaño del efecto de las diferencias para las cuestiones cuya significación de las diferencias cumplen la condición  $p < .01$ . Las diferencias positivas indican una puntuación directa mayor de los estudiantes de ciencias*

	Tamaño del Efecto	ANOVA
	(Ciencia-SinCiencia)	Significación n
H01	0,24	0,0009
H02	0,27	0,0002
H03	0,28	0,0002
H04	0,21	0,0050
H05	0,24	0,0012
H11	0,20	0,0072
H12*	0,26	0,0004

\* : cuestiones formuladas negativamente.

Los estudiantes de ciencias perciben una imagen de la CyT significativamente mejor que los demás en lo que se refiere a curar enfermedades, tener mejores oportunidades de futuro, facilitar una vida más cómoda, hacer más interesante el trabajo y considerar el balance entre beneficios y perjuicios causados por la CyT favorable a los beneficios.

Sin embargo, como en el caso de las diferencias de género, el tamaño del efecto de las diferencias entre el grupo de estudiantes que optan por ciencias y los demás es pequeño, pues no supera el moderado valor 0,3. En suma, los resultados empíricos obtenidos confirman la hipótesis de una mejor imagen de CyT entre los estudiantes de ciencias, precisando la magnitud y significación de las diferencias en cada indicador.

La interacción entre las variables género y elección de ciencias no resulta estadísticamente significativa, de modo que los efectos de ambas sobre la imagen de la ciencia son relativamente independientes.

## Discusión y conclusiones

El resultado central de este estudio indica que la imagen de la ciencia y la tecnología en estudiantes del último curso de la enseñanza obligatoria es intermedia, ni positiva ni negativa, con una tendencia hacia los valores positivos. Este resultado, que no es favorable, constituye una interpelación directa para la enseñanza escolar de la ciencia, como instrumento para promocionar entre los estudiantes una imagen positiva, adecuada y ajustada al papel de la CyT en el mundo actual. Sin embargo, en la actualidad la escuela es un medio más, ni siquiera el más poderoso, de modo que la imagen de la ciencia no depende solamente de la escuela, aunque su papel no debe desdeñarse.

El segundo resultado interesante se refiere a la estructura de cuatro factores de la escala obtenida por análisis factorial exploratorio. Esta estructura suscita la cuestión de la validez para evaluar un constructo como la imagen de CyT, ya que la validez de un instrumento está ligada a la dimensionalidad del mismo: la unidimensionalidad es una garantía de validez, mientras la presencia de múltiples factores puede ser un impedimento para la validez de las medidas (Acevedo, Acevedo, Manassero y Vázquez, 2001; Gardner, 1996; Shrigley y Koballa, 1984). En este caso, la estructura multifactorial muestra un factor dominante y principal, formado por la mitad de las cuestiones (denominado progreso social), que se podría considerar el núcleo unidimensional del constructo imagen de la ciencia, cuya fiabilidad es buena (0,7717), mucho mejor que la escala completa. Análogamente, el segundo factor "problemas sociales" tiene una alta consistencia interna y la escala formada por ambos factores (11 cuestiones) alcanza una buena fiabilidad (0,782) y si se incluyera la cuestión 14 (confianza en CyT), la fiabilidad sería todavía mejor (0,792), de modo que parece claro que los ítems redactados negativamente, ausentes, son quienes influyen en el descenso de la fiabilidad de la escala completa. Además de esta razón basada en los datos empíricos, se puede considerar una razón de contenido; esos cuatro ítems se refieren a una serie de características epistemológicas de CyT (objetividad, infalibilidad, sesgo etnocéntrico y destrucción medio ambiental), que aunque son complejas, hoy día son rechazadas en el marco de la epistemología de la ciencia. Por tanto, estas características no describen adhesiones positivas o negativas hacia CyT, sino posiciones filosóficas sobre CyT, en este caso ingenuas, que compiten con otras varias, y por tanto, están más allá de la simplicidad de una imagen positiva o negativa. De este modo, lo único que se podría decir es que quienes están de acuerdo con ellas no tienen una imagen más positiva o negativa de la ciencia, sino más bien una posición filosófica inadecuada respecto a CyT. Finalmente, estos análisis factoriales son un resultado limitado a una muestra concreta; necesitan replicarse con nuevas muestras y medidas más amplias, de modo que los resultados de la muestra internacional del proyecto ROSE pueden ser decisivos para confirmar la estructura discutida aquí para este cuestionario. Se podría concluir, sin embargo, recomendando la eliminación de los ítems redactados negativamente para mejorar la validez de la escala.

El género y la primera elección escolar por una asignatura de ciencias son variables muy importantes en la educación en CyT. Los resultados de las diferencias de género confirman una vez más el estereotipo androcéntrico de la ciencia, en consonancia con otros estudios anteriores (Jiménez y Álvarez, 1992; Archenthald, 1987; Sjoberg e Imsen, 1988; Vázquez, 1997). La mejor imagen de la ciencia de los estudiantes que eligen ciencias es un indicio que sugiere una mayor enculturación previa de estos estudiantes en el sistema social de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, los chicos y quienes eligen ciencias tienen una imagen epistemológica más positivista (infalible, objetiva, sesgada y destructiva),

más inadecuada filosóficamente, como se manifiesta en las cuestiones redactadas negativamente

En la sociedad de la información y el conocimiento, las actitudes generales hacia la CyT son conformadas por el fuego cruzado de poderosos agentes sociales, como televisión, libros, revistas, y en los sondeos más recientes, Internet (EC, 2001; Echeverría, 2003), mientras profesores y padres son citados con menos frecuencia por los propios estudiantes (Kyle, 1995). Para superar esta situación la educación científica escolar tiene dos retos claves: por un lado, el papel irrenunciable de educar e interesar a los estudiantes en la CyT a través de contenidos, métodos e instrumentos científicos y tecnológicos, coherentes con las recomendaciones de la investigación didáctica; por otro, ejercer de modulador o filtro respecto a la poderosa influencia de los medios de comunicación social, papel muy relacionado con conceptos educativos nuevos, que cada vez adquieren más relevancia en las sociedades del conocimiento, tales como adoptar actitudes abiertas y críticas ante la diversidad de información, aprender a aprender o la educación permanente y educar para la vida real de las personas. Dedicaremos unas reflexiones a este segundo aspecto más novedoso.

El poder de los medios de comunicación es incontestable en la conformación de la imagen del público sobre la CyT y que los estudiantes aportan a la clase de ciencias como ideas previas. La escuela y los educadores deben ser conscientes de esta situación y actuar en consecuencia, enseñando a los estudiantes a “gestionar críticamente” la información de los medios. Este rol (seleccionar críticamente la información) es tan importante como educar (enseñar ciencia) porque su utilidad tiene un rendimiento a largo plazo, ya que permite continuar aprendiendo autónomamente (aprender a aprender) y a lo largo de toda la vida (educación y actualización permanente). Frente a imágenes de CyT más centradas en simples conocimientos o en épocas anteriores, las propuestas didácticas actuales para la enseñanza de la ciencia potencian este sentido a través de la contextualización de la ciencia en el entorno cotidiano de las personas (vida diaria, cultura popular, ...), atención a las relaciones mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad, más insistencia en enseñar la naturaleza de la CyT actuales (saber cómo funcionan hoy en el mundo actual), incorporación e integración de los medios de comunicación y tecnologías de la información y comunicación como instrumentos de la enseñanza, alfabetización científica y tecnológica para todos, etcétera, postulados promovidos todos ellos por el movimiento CTS (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003), y que algún autor ha denominado enfoque humanístico de la educación científica (Aikenhead, 2003).

La construcción de una correcta y realista imagen de la ciencia se enmarca en un planteamiento de objetivos actitudinales y afectivos en la educación científica, una preocupación que no ha calado todavía en el sistema educativo. Muchos profesores de CyT continúan pensando que enseñar conocimientos y procesos científicos no sólo es prioritario, sino también suficiente para crear una imagen adecuada y positiva de CyT. Sin embargo, la teoría de las actitudes no confirma esa extendida creencia; el conocimiento de un objeto, aunque es una condición necesaria para conformar las actitudes hacia él, no es suficiente para garantizar que éstas sean positivas, o modificarlas si son negativas, objetivo básico de la educación, de modo que no se debe esperar que esto ocurra ímplicitamente (Eagly y Chaiken, 1993). Por tanto, abordar la dimensión afectiva específicamente científica en la educación de las actitudes hacia CyT, requiere el trabajo explícito y directo sobre las cuestiones actitudinales, lo cual demanda, al menos, equipararlas a los contenidos más tradicionales, conceptuales y procedimentales, de la educación científica (Akerson, Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Bell, Lederman y Abd-El-Khalick, 1998; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).

Finalmente, como líneas de futuro se ha sugerido ya una profundización en la confirmación y mejora de las cualidades del instrumento de medida, lo cual también permitirá relacionar la imagen de CyT con otros elementos significativos para la educación en CyT como el rendimiento escolar, la influencia de los medios extraescolares en la configuración de la imagen, la elección de carrera, etcétera.

## Notas

\* Ángel Vázquez Alonso es doctor en Fía. y CC de la Educación y licenciado en Física y en Química, es inspector de educación en Palma de Mallorca y profesor asociado del Dep. de Ciencias de la Educación en la Universidad de las Islas Baleares. Los temas de investigación se refieren a la didáctica general (evaluación, atribución causal del rendimiento escolar y motivación escolar) y didáctica específica de las ciencias (concepciones de alumnado y profesorado), y actitudes relacionadas con la ciencia desde una perspectiva de ciencia-tecnología-sociedad, ciencia para todos y alfabetización científica. María Antonia Manassero Mas es doctora en Psicología y Catedrática de Psicología Social de la Universidad de las Islas Baleares. Sus temas de investigación se han centrado en la teoría de la atribución causal y el rendimiento académico, estrés y burnout y trabajo emocional en organizaciones, dolor crónico y actitudes, psicología social de la ciencia, así como diversos estudios de opinión pública.

ROSE (The Relevance of Science Education) es un proyecto internacional con unos 40 países participantes, organizado por Svein Sjøberg y Camilla Schreiner de la Universidad de Oslo y apoyado por el Consejo de Investigación de Noruega. Otros detalles pueden ser consultados en <http://www.ils.uio.no/forskning/rose/>

## Referencias

- ABD-EL-KHALICK, F. & LEDERMAN, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665-701.
- ACEVEDO, J. A., ACEVEDO, P., MANASSERO, M. A. & VÁZQUEZ, A. (2001). Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. En línea en *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica *De los Lectores*, <<http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>>.
- ACEVEDO, J. A., VÁZQUEZ, A. & MANASSERO, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2). En <<http://www.saum.uvigo.es/reec/>>.
- AIKENHEAD, G. S. (2003). Review of Research on Humanistic Perspectives in Science Curricula. Comunicación presentada en la 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Research and the Quality of Science Education. Noordwijkerhout, The Netherlands. En <[http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESERA\\_2.pdf](http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESERA_2.pdf)>.
- AKERSON, V. L., ABD-EL-KHALICK, F. & LEDERMAN, N. G. (2000). Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (4), 295-317.
- ARCHENHOLD, W. J. (1987). *Science in schools. Age 15: A review 1980-84*. Londres: HMSO.
- BELL, R. L., LEDERMAN, N. G. & ABD-EL-KHALICK F. (1998). Implicit versus Explicit Nature of Science Instruction: An Explicit Response to Palmquist and Finley. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (9), 1057-1061.
- CIS - CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLOGICAS (1993). *Energía Nuclear (IV)*. N° Estudio: 2074. Madrid: CIS.
- CIS - CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLOGICAS (1996a). *Datos de Opinión 6 - Ecología y Medio Ambiente. Estudio 2.209*. Madrid: CIS.
- CIS - CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLOGICAS (1996b). *Actitudes ante los Avances Científicos y Tecnológicos*. N° Estudio: 2213. Madrid: CIS.
- CIS - CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLOGICAS (1998). *Tecnologías de la Información y la Comunicación*. N° Estudio: 2292. Madrid: CIS.
- CIS - CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLOGICAS (2001). *Opiniones y Actitudes de los Españoles hacia la Biotecnología*. N° Estudio: 2412. Madrid: CIS.
- EAGLY, A. H. & CHAIKEN, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Forth Worth: Harcourt Brace College Publishers.
- EC EUROPEAN COMMISSION - RESEARCH DIRECTORATE-GENERAL (2001). *EUROBAROMETER 55.2 Europeans, science and technology*. Bruselas: EC.
- ECHVERRÍA, J. (Coord.) (2003). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología en España*. Madrid: Fundación Española de Ciencia y Tecnología.
- FENSHAM, P. J. (2004). Beyond Knowledge: Other Outcome Qualities for Science Education. En R. M. Janiuk & E. Samonek-Miciuk (Ed.), *XI<sup>th</sup> Symposium Proceedings, International Organization for Science and Technology Education (IOSTE)*, 25-30 July.
- FLEMING, R. G. (1987). High School Graduates' Beliefs About Science—Technology-Society. II. The Interaction among Science, Technology and Society. *Science Education*, 71, 163-186.
- GARDNER, P. L. (1996). The dimensionality of attitude scales: a widely misunderstood idea. *International Journal of Science Education*, 18, 913-919.
- JIMÉNEZ, M. P. & ÁLVAREZ, M. (1992). Género, ciencia y tecnología. En M. Moreno (Ed.), *Del silencio a la palabra* (pp. 178-196). Madrid: Instituto de la mujer.
- KYLE, W.C. (1995). Science, science education, and the public. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 551-553.

- LEDERMAN, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 331-359.
- MANASSERO, M. A. & VÁZQUEZ, A. (1996). Factores determinantes de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Revista Española de Pedagogía*, 203, 43-78.
- MANASSERO, M. A., VÁZQUEZ, A. & ACEVEDO, J. A. (2001). *Avaluació del temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura.
- SHRIGLEY, R. L. & KOBALLA, T. R. (1984). Attitude measurement: judging the emotional intensity of Likert-type science attitude state-ments. *Journal of Research in Science Teaching*, 21, 111-118.
- SIEGEL, M. A. & RANNEY, M. A. (2003). Developing the Changes in Attitude about the Relevance of Science (CARS) Questionnaire and Assessing Two High School Science Classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 757-775.
- SJØBERG, S. (2000). Science and Scientists The SAS-study. *Acta Didactica*, 1, 1-73.
- SJØBERG, S. (2003). ROSE. <http://www.ils.uio.no/forskning/rose/>. University of Oslo, Noruega.
- SJØBERG, S. & IMSEN, G. (1988). Gender and Science Education: I. En P. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education* (pp. 218-248). Londres: The Falmer Press.
- SJØBERG, S., MEHTA, J. & MULEMWA, J. (1996). *Science and Scientists*. Oslo: Autor.
- VÁZQUEZ, A. (1997). Imagen de la ciencia en estudiantes mallorquines de secundaria. *Revista de Ciència*, 21, 121-132.
- VÁZQUEZ, A. & MANASSERO, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 337-346.