

MÉTODOS DE ENSEÑANZA, INTERÉS POR LAS CIENCIAS Y COMPETENCIA CIENTÍFICA ENTRE EL ALUMNADO DE ESO

Javier Gil Flores, *Universidad de Sevilla*

1. INTRODUCCIÓN

En las sociedades actuales la presencia de la tecnología en las más diversas esferas de la actividad humana y la necesidad de contar con profesionales cualificados en los ámbitos científico y tecnológico para garantizar el desarrollo y el crecimiento económico, hacen que la formación de los ciudadanos en el ámbito científico constituya un tema de especial importancia. Sin embargo, en las últimas décadas, ha habido estudios que señalan en los países industrializados la existencia de una amplia ignorancia sobre temas científicos entre la población en general, como es el caso del realizado en el Reino Unido (Durant, Evans y Thomas, 1989), o el que comparaba la situación en países de la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá y Japón (Miller, Fardo y Niwa, 1997).

Asumiendo el valor que la competencia científica de los ciudadanos posee de cara al desarrollo económico y social de un país, corresponde a los sistemas educativos impulsar la formación del alumnado en ciencias, y lograr que éstos adquieran conocimientos, destrezas, actitudes y valores en este ámbito.

La investigación sobre la enseñanza de las ciencias ha revelado la existencia de múltiples factores asociados a la competencia científica lograda por los estudiantes. Entre ellos, juegan un papel destacado variables del contexto escolar, como es el caso de los métodos de enseñanza que se adoptan en las aulas, y variables personales, entre las que se encuentra el interés que los estudiantes demuestran por el aprendizaje de las ciencias.

El interés por el aprendizaje de las disciplinas científicas es un tema clave cuando se analizan las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias, las cuales muestran una cierta correlación con el rendimiento en esta disciplina (Simpson y Oliver, 1990; Espinosa y

Román, 1991; Jovanovich y King, 1998), si bien esta correlación tiende a ser moderada (Osborne, Simon y Collins, 2003). La existencia de un vínculo causal resulta, no obstante, más controvertida: el interés lleva a implicarse en el estudio, favorece el esfuerzo del estudiante, y puede contribuir al rendimiento, pero bien es verdad que un rendimiento pobre puede llevar al desánimo, generando un bajo interés por el aprendizaje.

Más claro puede resultar el sentido de la posible relación entre métodos de enseñanza y competencia científica. De acuerdo con la relación natural esperada en toda actuación didáctica, los métodos de enseñanza ejercerían como medios para la consecución de un fin, que no es otro que el aprendizaje. Sin embargo, los métodos de enseñanza no sólo contribuirían a lograr la competencia científica, sino que el tipo de métodos utilizado permitiría captar el interés de los estudiantes por el aprendizaje.

Diferentes estudios han analizado el cambio que se produce en el interés por las ciencias entre el alumnado a lo largo de las etapas de su escolarización obligatoria, apreciando un descenso del interés por el aprendizaje de las ciencias a medida que se avanza a lo largo de las etapas de su escolarización obligatoria (Yager y Perick, 1986; Doherty y Dawe, 1988; George, 2006; Barmby, Kind y Jones, 2008). A la luz de estas evidencias, cabe pensar en la existencia de factores escolares que estarían motivando la progresiva desafección de los estudiantes en relación con el estudio de las disciplinas científicas. La revisión realizada por Osborne, Simon y Collins (2003), sobre investigaciones acerca de las actitudes hacia las ciencias, presentaba una sucesión de trabajos que vienen a confirmar precisamente que el tipo de enseñanza recibida es una de las variables más influyentes en las actitudes de los estudiantes.

En el trabajo que presentamos hemos pretendido describir la utilización que se hace de diferentes metodologías para la enseñanza de las ciencias en centros educativos de ESO en la Comunidad Autónoma de Andalucía, y analizar las relaciones que pudieran establecerse entre el tipo de métodos empleados, el interés por el aprendizaje de las ciencias y los resultados de aprendizaje obtenidos.

2. MÉTODOS

De acuerdo con el problema planteado, el trabajo ha adoptado un diseño correlacional, apoyándose en datos recogidos por medio de métodos de encuesta. Los datos utilizados en el estudio han sido generados en la edición de 2006 correspondiente a la evaluación PISA (*Programme for International Student Assessment*), promovida por la OCDE. En dicha edición participaron 57 países, entre los cuales se encuentra España, y dentro de éstos algunas regiones ampliaron la muestra de estudiantes participantes con el fin de obtener resultados representativos a nivel regional. Es el caso de Andalucía, donde la muestra estuvo integrada por 1465 alumnos de 51 centros. La evaluación PISA se centra sobre las competencias del alumnado de quince años en matemáticas, lectura y ciencias. En nuestro país, la mayor parte de estos alumnos se encuentran cursando el último año de la Educación Secundaria Obligatoria.

Además de las pruebas que miden el nivel de competencia alcanzado por los estudiantes, en la evaluación PISA se administraron cuestionarios a alumnado, familias y centros que recogen información sobre diferentes aspectos contextuales. En relación con las variables consideradas en el presente estudio, las fuentes de información empleadas han sido las siguientes:

- Los datos acerca de métodos de enseñanza de las ciencias se han recogido a partir de una pregunta incluida en los cuestionarios de contexto respondidos por el alumnado. A estos se les pedía que informaran acerca de la frecuencia con que en sus clases de ciencias se daban un total de 17 situaciones diferentes, que implican distinto papel asignado a profesores y estudiantes, y que resultan representativas de planteamientos metodológicos diferenciados. Los encuestados disponían de una escala de cuatro niveles para expresar sus respuestas, que iban desde “nunca o casi nunca” hasta “en todas las clases”.
- La variable interés por el aprendizaje de las ciencias se ha generado a partir de una pregunta a los alumnos sobre si estaban interesados en aprender acerca de una serie de temas científicos (física, química, biología humana, biología de las plantas, astronomía, geología, diversas maneras en que los científicos diseñan experimentos, y requisitos de las explicaciones científicas), ofreciendo una escala de cuatro niveles que iban desde “nada” hasta “mucho”. En los ficheros de datos ofrecidos por PISA, se incorpora el índice INTSCIE, obtenido al reducir los ocho ítems mediante análisis de componentes principales. Esta variable estandarizada se ha tomado aquí como indicador del interés por el aprendizaje de las ciencias.
- Como medida de la competencia científica de los alumnos se han tomado las puntuaciones en ciencias. En la evaluación PISA, se recurre a los métodos de la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI) para construir una escala de rendimiento científico en la que quedan situados tanto las preguntas de la prueba como los individuos que las responden. Las puntuaciones TRI de los estudiantes han sido expresadas usando una escala con media 500, que coincide con el promedio para el alumnado de los países de la OCDE, y una desviación típica de 100.

Tomando como punto de partida las respuestas de los 1463 alumnos de quince años que componen la muestra andaluza, se han construido las distribuciones de frecuencias para los ítems sobre métodos de enseñanza, seguido de un análisis factorial para reducir el conjunto inicial de ítems. Las puntuaciones factoriales, así como las medidas para el interés general por el aprendizaje de las ciencias y las puntuaciones logradas en la competencia científica, han permitido caracterizar a los 11 centros con un valor obtenido como promedio de los registrados por cada uno de sus alumnos. A partir de estos valores se han calculado las correlaciones entre la utilización de metodologías para el aprendizaje de las ciencias, el interés general por el aprendizaje y el nivel de competencia científica alcanzado en el centro.

3. RESULTADOS

3.1. Utilización de métodos de enseñanza en las aulas

De acuerdo con los resultados obtenidos al responder sobre la frecuencia con que se dan diferentes situaciones en las clases de ciencias (ver tabla 1), las más frecuentes han resultado ser que a los alumnos se les da la oportunidad de exponer sus ideas (70,7% de los encuestados afirman que se da en todas o en la mayoría de las clases), y que en las clases se tienen en cuenta las opiniones de los alumnos sobre los temas (63,8%). También son frecuentes las situaciones que suponen la explicación por parte del profesor: explica cómo un mismo principio científico puede aplicarse a varios fenómenos diferentes (57,1%), o explica con claridad la importancia de los conceptos científicos en la vida de las personas (52,3%).

Las más infrecuentes de las situaciones son aquellas que hacen referencia a la experimentación por parte de los estudiantes, resultados que contrastan con la disponibilidad prácticamente universal de laboratorios de ciencias en los centros educativos. Así, es poco frecuente que los alumnos pasen tiempo en el laboratorio realizando experimentos prácticos (para el 57,0% nunca o casi nunca), que se les permita diseñar sus propios experimentos (60%), que se les dé la oportunidad de elegir sus propias investigaciones (56,6%) o se les pida que piensen cómo investigar en el laboratorio un problema de ciencias (51,1%).

Con el objeto de reducir el conjunto de situaciones a un número menor de dimensiones o metodologías de enseñanza subyacentes a las mismas, se ha llevado a cabo un análisis de componentes principales, con rotación quartimax. La idoneidad de la matriz de correlaciones

<i>Situaciones presentes en las clases de ciencias</i>	<i>Frecuencia</i>			
	<i>Nunca o casi nunca</i>	<i>En algunas clases</i>	<i>En la mayoría de las clases</i>	<i>En todas las clases</i>
a) A los alumnos se les da la oportunidad de exponer sus ideas	5,0	23,6	33,1	37,6
b) Los alumnos pasan tiempo en el laboratorio realizando experimentos prácticos	57,0	35,3	5,6	2,1
c) A los alumnos se les pide que piensen cómo investigar en el laboratorio un problema de ciencias	51,1	35,5	9,7	3,7
d) A los alumnos se les pide que apliquen un tema de ciencias a los problemas de la vida diaria	29,0	48,0	17,6	5,4
e) En las clases se tienen en cuenta las opiniones de los alumnos sobre los temas	7,7	28,5	34,7	29,1
f) Se les pide a los alumnos que saquen conclusiones del experimento que han realizado	20,6	32,1	30,9	16,4
g) El profesor explica cómo un mismo principio científico puede aplicarse a varios fenómenos diferentes	11,5	31,5	36,0	21,1
h) A los alumnos se les permite diseñar sus propios	60,0	27,1	7,5	5,4

experimentos				
i) Hay debates o coloquios entre todos los alumnos	27,5	47,0	17,4	8,0
j) El profesor realiza experimentos a modo de demostración	37,5	41,7	16,4	4,3
k) A los alumnos se les da la oportunidad de elegir sus propias investigaciones	56,6	30,2	8,5	4,6
l) El profesor utiliza las ciencias para ayudar a los alumnos a comprender el mundo más allá del centro escolar	25,2	41,9	21,6	11,3
m) Los alumnos debaten sobre los temas	24,0	40,9	22,8	12,3
n) Los alumnos realizan experimentos siguiendo las indicaciones del profesor	35,2	33,3	19,2	11,4
o) El profesor explica con claridad la importancia de los conceptos científicos en la vida de las personas	11,4	36,3	31,4	20,9
p) A los alumnos se les pide que realicen una investigación para demostrar sus propias ideas	40,9	37,0	15,1	7,0
q) El profesor utiliza ejemplos de aplicaciones tecnológicas para mostrar que la ciencia es importante para la sociedad	20,3	42,2	26,1	11,4

Tabla 1: Porcentajes para la frecuencia con que se dan diferentes situaciones en las clases de ciencias.

para la aplicación de esta técnica se valoró a partir de la medida de adecuación de muestreo de Kaiser-Meyer-Olkin (0,959), y del test de esfericidad de Barlett ($p < 0,000$). La solución arroja un total de cuatro factores, que explican un 59,46% de la varianza total.

A partir de los pesos factoriales para cada uno de los ítems, una vez realizada la rotación (ver tabla 2), podemos hacer una interpretación del significado de los factores, que vienen a corresponderse con diferentes planteamientos metodológicos para la enseñanza de las ciencias.

<i>Factores</i>	<i>Situaciones presentes en las clases de ciencias</i>	<i>Peso</i>
Realización de experimentos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los alumnos pasan tiempo en el laboratorio realizando experimentos prácticos 	,770
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A los alumnos se les pide que piensen cómo investigar en el laboratorio un problema de ciencias 	,737
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El profesor realiza experimentos a modo de demostración 	,682
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los alumnos realizan experimentos siguiendo las indicaciones del profesor 	,666
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A los alumnos se les permite diseñar sus propios experimentos 	,611
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A los alumnos se les da la oportunidad de elegir sus propias investigaciones 	,564
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A los alumnos se les pide que realicen una investigación para demostrar sus propias ideas 	,503
Explicación del profesor	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se les pide a los alumnos que saquen conclusiones del experimento que han realizado 	,494
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El profesor utiliza ejemplos de aplicaciones tecnológicas para mostrar que la ciencia es importante para la sociedad 	,751
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El profesor explica con claridad la importancia de los conceptos científicos en la vida de las personas 	,730
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El profesor utiliza las ciencias para ayudar a los alumnos a comprender el mundo más allá del centro escolar 	,677
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El profesor explica cómo un mismo principio científico puede aplicarse a varios fenómenos diferentes 	,669
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ A los alumnos se les pide que apliquen un tema de ciencias 	,473

	a los problemas de la vida diaria	
Debates en clase	▪ Hay debates o coloquios entre todos los alumnos	,745
	▪ Los alumnos debaten sobre los temas	,720
Atención a las ideas de los alumnos	▪ A los alumnos se les da la oportunidad de exponer sus ideas	,716
	▪ En las clases se tienen en cuenta las opiniones de los alumnos sobre los temas	,675

Tabla 2: Factores resultantes y variables con mayores pesos factoriales en los mismos.

- Realización de experimentos. Los mayores pesos en este factor corresponden a todas las situaciones que implican la presencia de experimentación e investigación en las aulas, y especialmente las que aluden a la participación del alumnado en este tipo de actividades.
- Explicación del profesor. Las situaciones que más contribuyen a este factor son aquellas que conceden al profesor el mayor protagonismo. Se agrupan en él situaciones en las que el profesor explica las ciencias a los alumnos, resaltando su importancia para la sociedad o en la vida de las personas, procurando que los alumnos comprendan el mundo más allá de la realidad escolar y mostrando la aplicación de los principios científicos.
- Debates en clase. Bajo este factor se agrupan únicamente las situaciones en las que se propicia el debate entre el alumnado sobre los temas objeto de estudio.
- Atención a las ideas de los alumnos. Se corresponde con metodologías de enseñanza en las que a los alumnos se les da la oportunidad de que expresen sus ideas y se tienen en cuenta sus opiniones acerca de los temas objeto de estudio.

Utilizando las puntuaciones promedio de los estudiantes en el bloque de ítems que aparecen vinculados a cada factor, se han calculado las medias correspondientes a las cuatro metodologías identificadas. Tal y como muestra la figura 1, las metodologías con puntuaciones más elevadas, y por tanto las más frecuentes en las aulas, son aquellas en las que se permite a los alumnos exponer sus ideas y opiniones, y se da protagonismo a la explicación por parte del profesor. Las menos frecuentes han resultado ser la realización de experimentos y la utilización de debates en clase.

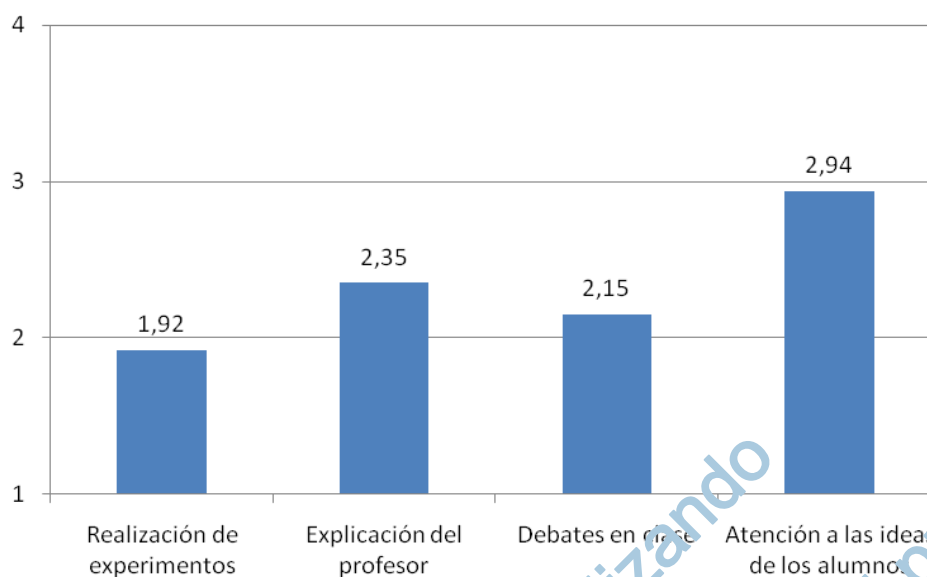


Figura 1: Frecuencia de utilización para diferentes metodologías de enseñanza de las ciencias

2.2. Relación entre métodos, interés y competencia

El segundo de los propósitos de este trabajo ha sido analizar la relación que pudiera existir entre la presencia en las aulas de determinados métodos de enseñanza de las ciencias, el interés de los estudiantes por el aprendizaje de las materias de este ámbito académico y el nivel de competencia científica alcanzado. Para los 51 centros andaluces participantes, se han utilizado valores medios de centro en las puntuaciones factoriales correspondientes a las cuatro dimensiones metodológicas identificadas, y en las variables INTSCIE y puntuación en ciencias, proporcionadas ambas por la evaluación PISA 2006.

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 3, la mayor correlación se observa entre el interés por el aprendizaje y la competencia científica ($r = 0,389$), que indica una tendencia a que la competencia del estudiante sea mayor entre quienes muestran más interés por el aprendizaje. Esta relación queda representada en el diagrama de dispersión recogido en la figura 2, sobre el que se ha trazado también la recta de regresión de la variable competencia sobre la variable interés.

	Interés por el aprendizaje	Competencia científica
Interés por el aprendizaje	1,000	,389 (**)
Competencia científica	,389 (**)	1,000

Realización de experimentos	,143	-,030
Explicación del profesor	-,017	,137
Debates en clase	-,228	-,353 (*)
Atención a las ideas de los alumnos	-,077	-,164

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 3: Correlaciones entre métodos de enseñanza, interés por el aprendizaje y competencia científica

No se encuentran, en cambio, conexiones importantes entre los métodos de enseñanza y el interés. La única correlación positiva ($r=0,143$) es la registrada entre el interés y la realización de experimentos, si bien ésta no llega a ser estadísticamente significativa para $\alpha=0,05$.

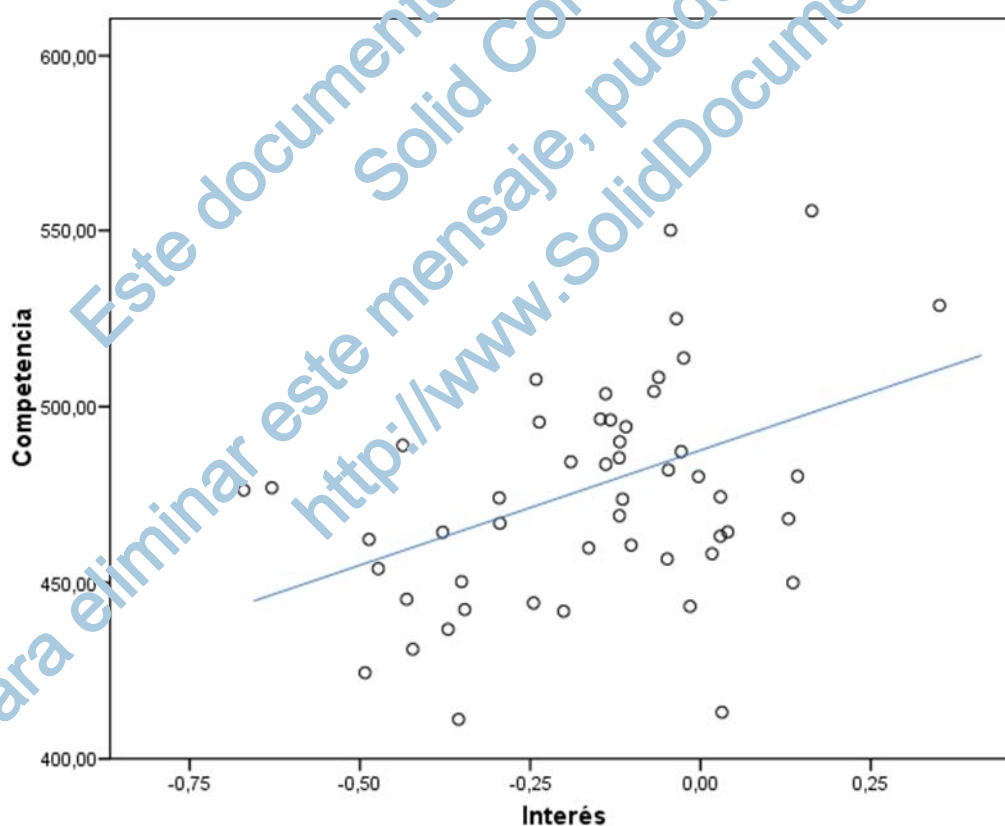


Figura 2: Diagrama de dispersión para los valores medios de los 51 centros en las variables interés por el aprendizaje y competencia científica.

Por último, en cuanto a la relación entre métodos de enseñanza y competencia científica, destaca la correlación negativa entre la realización de debates sobre los temas y el nivel alcanzado en ciencias, que llega ser de $-0,353$ ($p < 0,05$). Una competencia científica elevada se asocia a una baja frecuencia de participación de los alumnos en debates o coloquios sobre los temas estudiados. La única correlación positiva se registra en esta ocasión con los métodos que se apoyan en la explicación del profesor, aunque el valor de esta correlación ($r = 0,137$) no resulta significativo con $\alpha = 0,05$.

3. CONCLUSIONES

Trabajos recientes han contrastado la mejora en las actitudes al adoptar determinadas metodologías de enseñanza, como es el caso de la resolución de problemas (Martínez e Ibáñez, 2006), la realización de proyectos (Wilson, Cordry y Unine, 2004) o la enseñanza asistida por ordenador (Cepni, Tas y Cose, 2006). Sin embargo, los resultados del presente trabajo no parecen coincidir plenamente con los hallazgos obtenidos en experiencias concretas, llevadas a cabo precisamente con el fin de mejorar las actitudes hacia las ciencias. Al margen de las situaciones experimentales, esta conexión no parece darse con la misma intensidad en las asignaturas de ciencias impartidas en aulas de la ESO. En nuestro trabajo no se ha encontrado ningún tipo de métodos cuya utilización frecuente conlleve una elevación del interés por el aprendizaje, aunque la realización de experimentos es el mejor situado. Tal vez, la generación de interés por las ciencias no es algo que pueda lograrse con el uso de una determinada metodología de enseñanza, sino más bien con la combinación de éstas y el uso de una variedad de estrategias docentes y actividades de aprendizaje (Myers y Fouts, 1992; Piburn, 1993).

Tampoco la utilización de determinados métodos de enseñanza puede asociarse a mejores resultados de aprendizaje, con la única excepción del uso de debates y coloquios entre los alumnos en clase, cuyo empleo frecuente se asocia a bajos niveles de competencia científica. Si bien no se ha hallado una conexión importante entre métodos de enseñanza y rendimiento, sí que merece atención la moderada vinculación encontrada entre el interés por el aprendizaje de las ciencias y la competencia científica del alumnado, resultado consistente con estudios y revisiones anteriores que ya han sido citados en este trabajo (Simpson y Oliver, 1990; Espinosa y Román, 1991; Jovanovich y King, 1998; Osborne, Simon y Collins, 2003). Esta relación lleva a recomendar la utilización de estrategias para incrementar la motivación e interés de los estudiantes por las ciencias, que además puede traducirse en una motivación futura para proseguir estudios superiores en este campo, reduciendo la disminución observada durante los últimos años en la elección de estudios superiores científicos por el alumnado que accede a la educación superior (Kind, Jones y Barmby, 2007), y contribuyendo así al incremento del capital humano necesario para el avance económico y social de un país.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPNI, S.; TAS, E. Y KOSE, S. (2006). The effects of computer-assisted material on students' cognitive levels, misconceptions and attitudes towards science. *Computers and Education*, 46 (2), 192-205.
- DURANT, J.R.; EVANS, G.A. Y THOMAS, G.P. (1989). The public understanding of science. *Nature*, 340, 11-14.

- ESPINOSA, J. Y ROMAN, T. (1991). Actitudes hacia la ciencia y asignaturas pendientes: dos factores que afectan al rendimiento en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 151-154.
- KIND, P.; JONES, K. Y BARMBY, P. (2007). Developing attitudes towards science measures. *International Journal of Science Education*, 29 (7), 871-893.
- MARTÍNEZ, M.M. E IBÁÑEZ, M.T. (2006). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (2), 193-206.
- 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*. Bilbao: Fundación BBVA.
- MYERS, R.E. Y FOUTS, J.T. (1992). A cluster analysis of high school science classroom environments and attitude toward science. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 929-937.
- OSBORNE, J., SIMON, S. Y COLLINS, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
- PIBURN, M.D. (1993). If I were the teacher... Qualitative study of attitude toward science. *Science Education*, 77, 393-406.
- SIMPSON, R.D. Y OLIVER, J.S. (1990). A summary of the major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. *Science Education*, 74, 1-12.
- WILSON, J.D. CORDRY, S. Y UNLINE, C. (2004). Science fairs: promoting positive attitudes towards science from student participation. *College Student Journal*, 38 (1), 112.