

Perfiles actitudinales de la elección de ciencias en secundaria según el sexo y el tipo de educación

Ángel Vázquez y María Antonia Manassero

Universidad de las Islas Baleares, Departamento de Psicología, Palma de Mallorca, España. E-mail ma.manassero@uib.es

Resumen: Este estudio presenta un análisis empírico acerca de la influencia de factores afectivos y actitudinales sobre las primeras elecciones de una materia científica realizadas por estudiantes de educación secundaria obligatoria y en relación al sexo y tipo de educación (coeducación o diferenciada). Los factores actitudinales relacionados con la ciencia comprenden un amplio conjunto de variables sobre imagen de la ciencia, preservación del medio ambiente, actitudes hacia la ciencia escolar, experiencias extraescolares y expectativas sobre el trabajo futuro, cuya capacidad predictiva respecto a las elecciones se contrasta mediante un análisis discriminante sobre tres grupos clasificados por sexo y tipo de educación. El análisis demuestra la capacidad predictiva de las variables actitudinales, identifica los factores significativos que influyen en la elección en cada grupo y las importantes diferencias entre los grupos. Se discuten las limitaciones del estudio y las potenciales mejoras del mismo, así como las implicaciones para la educación científica en la escuela que se desprenden de los resultados.

Palabras clave: elección de asignaturas, vocaciones científicas, educación científica, diferencias de sexo, currículo científico, educación diferenciada.

Title: Gender attitudinal profiles on school science choices across sex and type of education.

Abstract: This study presents an empiric analysis about the influence of affective and attitudinal factors on the secondary students' first choice of a science subject by sex and type of education. The attitudinal factors embrace a wide array of related-to-science variables on the image of science, the preservation of the environment, attitudes toward school science, out-of-school experiences and expectations on the future work, whose predictive power regarding the choices carried out by the students is studied by means of a discriminant analysis for three groups by sex and type of education (coeducation and single-sex). The analysis proves the predictive power of the attitudinal variables and identifies the significant factors that influence the choices in each group and the important differences among the groups. The limitations of this study and its potential improvements, as well as the implications for intervention in school science education that arise from the results are discussed.

Keywords: subject choice, scientific vocations, science education, gender differences, science curriculum, single-sex education.

Introducción

El contexto laboral y profesional de la educación científica está hoy día turbado con la crisis de vocaciones científicas porque desafía las bases del desarrollo económico que caracteriza las sociedades modernas (Zamora, 2004). Para afrontar este reto, el Consejo de Educación europeo ha propuesto, como uno de los puntos de referencia para ser alcanzados por los países de la Unión Europea para el año 2010 (Consejo de Europa, 2003):

“Aumentar al menos en un 15 % el número de licenciados en matemáticas, ciencias y tecnología, reduciendo el desequilibrio en la representación de hombres y mujeres”.

En la misma línea, la Unión Europea convocó un congreso bajo un lema bien expresivo (“Europa necesita más científicos”) para analizar esta cuestión (Gago, 2004).

Más recientemente, el informe Rocard (Rocard, Csermely, Jorde, Lenzen, Walweg, y Hemmo, 2007) afirma

“En los últimos años muchos estudios han resaltado un alarmante descenso en el interés de los jóvenes por los estudios clave de ciencias y matemáticas... Además, para la población general, está amenazada la adquisición de destrezas que se vuelven esenciales para diversos aspectos de la vida en una sociedad cada vez más dependiente del uso del conocimiento”.

A pesar de esta carencia, la opinión pública europea reconoce la buena imagen de las profesiones relacionadas con la ciencia y tecnología (CyT, en adelante) en los eurobarómetros sobre CyT (European Commission, 2001, 2005a, 2005b). Las tres profesiones más valoradas en Europa tienen una dimensión científica o técnica: primero, los médicos (71.1%), seguidos por los científicos (44.9%) y, en tercer lugar, los ingenieros (29.8%). El público también reconoce el valor decisivo de las vocaciones científicas para el futuro de los países y, al mismo tiempo, señala algunos factores claves que podrían incrementar la participación de los jóvenes en la ciencia y la tecnología: en particular, hacer los estudios de ciencias más atractivos, interesantes y fáciles para los estudiantes (EC, 2001).

La falta de interés de los jóvenes hacia las carreras científicas y técnicas es un hecho (Vázquez y Manassero, 2008) que en el eurobarómetro 2001 se atribuye por el público general (59%) - y también por los más jóvenes, pero más intensamente (67%) - a la falta de atractivo de las clases de ciencias, por su dificultad (55%), carencia de interés (50%) y bajas perspectivas y salario de la carrera (42.4%), mientras sólo el 30% la atribuyen a la mala imagen de la ciencia en la sociedad.

Las primeras elecciones de estudios en la escuela constituyen indicios incipientes de la vocación, tan importante para el desarrollo personal y social. El conocimiento de los factores que determinan estas elecciones es útil para el sistema educativo, los individuos y la sociedad, pues ayudan a orientar mejor los objetivos de auto-realización personal y social de los estudiantes. En la actual organización del sistema educativo español, las elecciones de asignaturas troncales de ciencias tienen lugar, por primera

vez, en el último curso de la educación secundaria obligatoria (16 años). Este estudio pretende analizar esta primera elección de ciencias en función de una serie de variables actitudinales relacionadas con CyT.

Las decisiones de elección de asignaturas en secundaria son determinadas por diversos factores escolares (el agrado hacia una asignatura, la percepción del valor y la competencia personales, la orientación e información profesional y académica) y extraescolares, que pueden ir desde los amigos e iguales, a los familiares u otras fuentes de información informales, recursos, etc. (Blenkinsop, McCrone, Wade y Morris, 2006).

La literatura sobre elección (López-Sáez, 1995; Silván-Ferrero, Bustillos y Fernández, 2005) reconoce el sexo como uno de los factores más influyentes en las elecciones, con una importancia sólo ligeramente inferior a las calificaciones escolares (Croxford, 2002) que divide las profesiones y carreras en masculinas (p.e. ciencias, tecnologías) y femeninas (profesiones de ayuda, educación, sanidad, etc.). La marca de género masculina de CyT surge del histórico predominio de los hombres y la menor participación de las mujeres y presenta otros matices, como la mayor elección de tecnología, física y química por los chicos y biología y sanidad por las chicas (Farenga y Joyce, 2000; Manassero y Vázquez, 2003, 2007a; Stark y Gray, 1999; Vázquez, 1999).

El sexo también determina las actitudes relacionadas con la ciencia, ámbito que engloba las actitudes hacia la ciencia escolar, la imagen global de CyT, las expectativas laborales y vocacionales, los intereses, etc. (Vázquez y Manassero, 1995) Estas variables afectivas influyen también sobre las elecciones académicas y, por ello, serán las variables explicativas de la elección consideradas en este estudio como en otros (Breakwell y Beardsell, 1992; Gardner, 1975; Haste, 2004). La actitud hacia la ciencia escolar es uno de los cuatro factores significativos que determinan las elecciones estereotípicas de género ya citadas – chicos, las disciplinas de ciencias más duras como física o ingeniería; chicas, temas biológicos y de salud – (Cleaves, 2005; INECSE, 2004; PISA, 2003).

Las evidentes diferencias evolutivas entre chicos y chicas adolescentes (en capacidades cognitivas, afectivas, estilos de aprendizaje, etc.) y las desequilibradas interacciones y convivencia en las clases perjudican a las mujeres en las aulas mixtas (Ainley y Daly, 2002; Salomone, 2003; Smithers y Robinson, 2006; Spielhofer, Benton y Schagen, 2004; Younger y Warrington, 2005). El análisis de la experiencia generalizada de la coeducación demuestra su falta de eficacia para conseguir su objetivo de eliminar las discriminaciones sexistas (los más críticos sostienen que contribuye indirectamente a ocultarlos o favorecerlos), como prueban las dificultades en la convivencia, en las interacciones en clase, en aprendizajes específicos (matemáticas y ciencias para las chicas y lengua para chicos) y las elecciones profesionales consecuentes, etc. (Fize, 2003). Para dar respuesta a esta problemática algunos países han desarrollado innovaciones de atención a la diversidad basadas en la educación separada de chicas y chicos o educación diferenciada (ED) como alternativa a la práctica acrítica de la coeducación o educación mixta (EM), que ha dado pie a una intensa controversia, centrada en la mejor eficacia educativa de la EM o la ED.

Los defensores de la ED argumentan que la separación de sexos contribuye a aislar a chicos y chicas de las interferencias perjudiciales para el aprendizaje provenientes del otro sexo, típicas de la adolescencia, de modo que el aprendizaje se refuerza y mejora para todos (Salomone, 2003). La ED pretende mejorar la convivencia, evitar los efectos nocivos de las interacciones inconvenientes y afrontar mejor las dificultades de aprendizaje específicas (lengua en chicos y ciencias y matemáticas en chicas), como una vía directa para eliminar las discriminaciones sexistas (Younger y Warrington, 2005). En particular, algunos estudios sugieren que la ED rompe parcialmente el estereotipo de género de la elección, aumentando la elección de la ciencia por las mujeres (Ainley y Daly, 2002; Spielhofer et al., 2002), aunque otros consideran ambiguas las evidencias existentes (Smithers y Robinson, 2006).

El problema más dramático que afronta hoy la educación científica es de orden afectivo: aburrimiento, desinterés y dificultad, que se traducen en huida de los estudiantes de las carreras científicas, cuando llega el momento de la elección de estudios o carreras (Fensham, 2004; Millar y Osborne, 1998; Pérez, 2005; Rocard, et al., 2007; Williams, Stanistreet, Spall, Boyes y Dickson, 2003). Incluso los estudiantes que eligen una carrera de ciencias se justifican por percibir un futuro laboral mejor, pero sus opiniones sobre la dificultad y falta de atractivo de las ciencias son parecidas a quienes tomaron la decisión opuesta (Lindahl, 2003).

Los procesos de decisión ante las elecciones son complejos y dinámicos, con aspectos racionales y otros menos, que rompen incluso el estereotipo ingenuo de que los buenos estudiantes serán científicos y donde juegan un papel las actitudes previas. Algunos estudios identifican interacciones entre la elección de ciencias y otras variables: percepción de la CyT y de la ciencia escolar, imagen de los científicos, interacción con adultos significativos, desánimo, baja autoestima en ciencias y falta de información sobre los científicos y la CyT (Cleaves, 2005). Pero los estudios sobre la relación entre actitudes y elección de CyT han sido relativamente escasos (Gardner, 1975; Qualter, 1993).

La asimétrica experiencia previa de hombres y mujeres en relación a la CyT es otro factor determinante de las elecciones de estudios y profesiones, pues influyen sobre la afinidad y el rendimiento diferencial de chicos y chicas en la ciencia escolar (Greenfield, 1996) que refuerzan el mayor interés de ellos y el desinterés de ellas hacia las materias científico-técnicas (Keller, 1985) y sin duda contribuyen a conformar las actitudes previas.

Los resultados de este estudio se enmarcan en trabajos anteriores (Vázquez y Manassero, 2004, 2005a, 2005b, 2007a, b) que describen la metodología, las propiedades psicométricas de las diversas escalas actitudinales y algunos resultados generales. Las diferencias por sexo en los ítems de esas escalas son numerosas y estructuran perfiles actitudinales muy definidos, masculinos y femeninos; sin embargo, las diferencias entre los estudiantes que eligen y no eligen ciencias son pequeñas, aunque quienes eligen ciencias tienen actitudes significativamente mejores que su contraparte. El análisis permite identificar las cuestiones donde los que eligen y no eligen ciencias se diferencian más entre sí. Estos análisis comparativos sirven para describir con generalidad los perfiles diferenciales

de los grupos, pero no permiten conclusiones relacionales, porque algunas podrían tener efectos superpuestos o correlativos (colinealidad) entre sí y las variables actitudinales tampoco compiten entre ellas.

Para el profesorado tiene interés conocer las variables que influyen en las elecciones de los estudiantes, porque son un indicador indirecto de evaluación de la calidad percibida por los estudiantes de su trabajo docente. Además, las elecciones constituyen una primera definición de la vocación profesional, y por ello, su explicación empírica es también interesante desde la perspectiva del desarrollo vocacional de las personas. En consecuencia, el planteamiento de este estudio es dar respuesta a estas cuestiones, lo cual requiere un nuevo análisis de los datos del proyecto ROSE (Schreiner y Sjoberg, 2004; Vázquez y Manassero, 2007b), considerando la variable elección de ciencias, no como una mera variable de agrupamiento, sino como la variable dependiente y central. Se pretende empíricamente explicar la elección de una asignatura de ciencias en el último curso de la educación secundaria obligatoria en función de un amplio conjunto de variables del ámbito de las actitudes relacionadas con la CyT y para tres grupos diferentes de estudiantes, chicos y chicas educados en clases mixtas (coeducación) y un grupo de chicas educadas en educación diferenciada (clases de chicas solas). El estudio consiste en un reanálisis de la base de datos del estudio ROSE, donde se enmarcan las variables anteriores, para identificar las variables actitudinales que influyen significativamente en las elecciones de ciencias realizadas por cada grupo, estableciéndose como hipótesis inicial que los grupos considerados presentarán perfiles actitudinales de elección de ciencias diferentes entre sí.

Método

Participantes

La población diana es el alumnado del final de la educación obligatoria (15/16 años); se selecciona al azar una muestra representativa de las escuelas de las Islas Baleares y, en cada escuela, se elige al azar un grupo clase de cuarto de ESO. También participa un colegio de educación diferenciada para chicas, cuya totalidad de alumnas forman el grupo de chicas solas. Así se obtuvo una muestra final de 32 escuelas y 860 estudiantes que se dividen en tres grupos, denominados chicas, chicos y chicas solas. Las chicas solas (120) son alumnas educadas en un colegio sólo para mujeres; los grupos de chicas (409) y chicos (331) son estudiantes educados en centros escolares mixtos (coeducación). Por tanto, la variable que diferencia chicos y chicas procedentes de coeducación es el sexo, y la variable diferencial entre el grupo de chicas coeducadas y las chicas solas (educación diferenciada) es el tipo de educación.

Los estudiantes tienen mayoritariamente 15 (59%) y 16 años (29%) y, en promedio, 57% han elegido ciencias (Física y Química y/o Biología y Geología), aunque en el grupo de chicas solas esta proporción es más alta (85%).

Instrumento

El instrumento aplicado son cuatro escalas de actitudes y un inventario de la investigación ROSE (Schreiner y Sjoberg, 2004; Vázquez y Manassero,

2007b), en total 149 frases breves que los estudiantes valoran anónimamente sobre un Likert de cuatro puntos (1 a 4) y que abordan diversos temas actitudinales relacionados con CyT (en las tablas de este estudio se exponen diversos ejemplos de las frases de las escalas y el instrumento completo en las referencias citadas y la web del proyecto ROSE www.ils.uio.no/english/rose). La escala "Mis opiniones sobre la ciencia y tecnología" está formada por un conjunto de 16 frases referidas a la imagen de la CyT. "Las clases de ciencias" contiene 18 cuestiones que reflejan diversos rasgos generales de la ciencia escolar, sin referencias a asignaturas específicas. "Los desafíos medio-ambientales" tiene 19 cuestiones acerca de la preocupación y el papel de CyT sobre el futuro ambiental, que no contienen referencias a problemas o riesgos medio ambientales concretos. La escala "Mi trabajo futuro" está formada por 27 frases que sirven para valorar la importancia de diversos rasgos para una futura ocupación o trabajo. La lista-inventario denominada "Experiencias extra-escolares: Lo que yo he hecho", está formada por 69 frases que describen variadas actividades relacionadas con la CyT y valoran la frecuencia con que se han realizado.

Procedimiento

El instrumento fue administrado por el profesor de la clase a los estudiantes, previa preparación con el equipo investigador.

La variable dependiente del estudio es la elección de ciencias, una variable dicotómica con dos valores: ciencias, para los estudiantes que han elegido una asignatura de ciencias, y sin ciencias, para los estudiantes que no han elegido una asignatura de ciencias. Las variables actitudinales son las puntuaciones directas (1 a 4) emanadas de las cuestiones del instrumento. El sexo y el tipo de educación son las variables independientes de agrupamiento en tres grupos (chicas, chicos y chicas solas). La hipótesis de trabajo es demostrar la capacidad de las variables actitudinales para predecir la elección y que las variables sexo y tipo de educación determinan perfiles de predictores diferenciados para los tres grupos comparados.

Análisis de datos

El análisis discriminante (AD) es un procedimiento estadístico que explora la capacidad predictiva de un conjunto de variables independientes sobre una variable dependiente categórica y que identifica aquellas variables que predicen mejor la pertenencia a los grupos de la variable dependiente. Atendiendo al carácter dicotómico de la variable dependiente (elección de ciencias), se aplica un AD paso a paso para asignar los casos a los grupos de la variable elección (ciencias, sin ciencias) con base en las 149 variables actitudinales (independientes); el AD construye una función discriminante que clasifica los casos e identifica los predictores significativos, determinando la pertenencia a un grupo u otro. El AD se aplica separadamente a los tres grupos de chicas, chicos y chicas solas para encontrar las variables actitudinales que discriminan mejor la elección de ciencias entre los tres grupos. El procedimiento de AD elimina por sistema todos los casos con valores desaparecidos en una sola variable y debido al gran número de variables, los casos desaparecidos son muchos por lo que afecta a la representatividad de los resultados. Para evitar esta pérdida y

garantizar una mayor representación de la muestra y los subgrupos de elección de ciencias y sexo se aplica un AD con todos los casos, sustituyendo los valores desaparecidos por el promedio de esa variable.

Resultados

Los resultados corresponden al AD paso a paso realizado con todos los casos para cada uno de los tres grupos (chicos, chicas y chicas solas).

La elección de ciencias entre los chicos

El AD realizado sobre todos los chicos obtiene sendos centroides de los chicos de ciencias (0,505) y los chicos sin ciencias (-0,624), cuyos valores permiten deducir que la función discriminante asigna los valores positivos al grupo de ciencias y los negativos al grupo sin ciencias. La entrada paso a paso de las variables actitudinales produce 13 predictores significativos ($\chi^2(13, N = 331) = 88.85, p < .0000$; correlación canónica = .4907), cuya importancia predictiva viene determinada por sus coeficientes estandarizados (Tabla 1).

| Variables actitudinales: Chicos | Coefficientes estandarizados |
|--|-------------------------------------|
| Me gustaría llegar a ser un científico | 0,662 |
| Descargar música de Internet | 0,494 |
| Yo puedo influir personalmente en el medio ambiente | 0,429 |
| Usar una escopeta de aire comprimido o rifle | 0,392 |
| Soy optimista sobre el futuro | 0,335 |
| Usar una cámara de fotos | 0,296 |
| El mundo natural es sagrado y debería dejarse en paz | 0,249 |
| Ver a un animal amamantar una cría | 0,238 |
| Trabajar en algo que me parezca importante y significativo | 0,237 |
| Yo creo que todos deberían aprender ciencia en la escuela | -0,274 |
| Preparar comida en una fogata o en un quemador de la estufa | -0,295 |
| Hacer un instrumento (como una flauta o tambor) con materiales naturales | -0,453 |
| Todavía podemos encontrar soluciones a los problemas medioambientales | -0,524 |

Tabla 1.- Variables actitudinales que resultan significativas para el grupo de chicos mediante análisis discriminante paso a paso (los valores desaparecidos de alguna variable se han sustituido con el valor medio de la serie). Casos clasificados correctamente (ciencias 66%; Sin ciencias 64%; total 65%).

De los 13 predictores, nueve tienen un coeficiente estandarizado positivo y cuatro tienen un coeficiente estandarizado negativo, indicadores significativos de la pertenencia al grupo de ciencias y sin ciencias, respectivamente. Las tres variables con los mayores coeficientes positivos ($> .4$), que más influyen sobre la elección de ciencias por los chicos, son: me gustaría llegar a ser un científico (valor muy elevado 0.662), descargar música de Internet y puedo influir personalmente en el medio ambiente. En segundo nivel de importancia ($> .30$) se encuentran los indicadores siguientes: usar una escopeta y soy optimista sobre el futuro (medioambiental). En el tercer nivel de influencia se encuentran usar una

cámara de fotos, el mundo natural es sagrado y debería dejarse en paz, ver a un animal amamantar una cría y trabajar en algo que me parezca importante y significativo. Los indicadores de elección de ciencias por chicos tienen como rasgo dominante el deseo de ser científicos.

La variable con el mayor coeficiente negativo se refiere a la esperanza de poder solucionar los problemas de medio ambiente, seguida por la actividad de hacer un instrumento. En segundo nivel de importancia se encuentran los indicadores todos deberían aprender ciencia en la escuela y preparar comida en una fogata o en un quemador.

La elección de ciencias entre las chicas

El AD obtiene sendos centroides para los dos subgrupos de las chicas de ciencias (0,418) y las chicas sin ciencias (-0,424) muy similares a los chicos, pero un poco más próximos entre sí, lo cual sugiere que las chicas que eligen ciencias y las que no las eligen están menos diferenciadas que los chicos.

| Variables actitudinales: Chicas | Coefficientes estandarizados |
|---|-------------------------------------|
| La ciencia en la escuela ha aumentado mi curiosidad sobre las cosas que todavía no se pueden explicar | 0,524 |
| Hacer productos lácteos como yogur, mantequilla, queso | 0,454 |
| Deseo tener resueltos los problemas medioambientales aún cuando esto signifique sacrificios | 0,360 |
| Los beneficios de la ciencia son mayores que los efectos perjudiciales que podría tener | 0,358 |
| Ver una radiografía de una parte de mi cuerpo | 0,295 |
| Crear y revisar un documento o archivo en el ordenador (por ejemplo, usar un procesador de texto) | 0,285 |
| La ciencia en la escuela generalmente es difícil | -0,304 |
| La ciencia en la escuela me ha enseñado a cuidar mi salud | -0,340 |

Tabla 2.- Variables actitudinales que resultan significativas para el grupo de chicas mediante análisis discriminante paso a paso (los valores desaparecidos de alguna variable se han sustituido con el valor medio de la serie). Casos clasificados correctamente (ciencias 76.5%; Sin ciencias 65.5%; total 71.6%).

El AD obtiene para el grupo de chicas ocho variables actitudinales significativas ($\chi^2(8, N = 409) = 66.10, p < .0000$; correlación canónica = .3889), de las cuales, seis tienen coeficientes estandarizados positivos (pertenencia al grupo de ciencias) y dos, negativos (Tabla 2).

Las dos variables que tienen los coeficientes positivos mayores (> .4) y que más influyen sobre la inclusión de las chicas en el grupo de ciencias son la ciencia en la escuela ha aumentado mi curiosidad sobre las cosas que todavía no se pueden explicar y hacer productos lácteos como yogur, mantequilla, queso; las dos variables siguientes con mayor coeficiente positivo (> .3) son deseo tener resueltos los problemas medioambientales aun cuando esto signifique sacrificios y los beneficios de la ciencia son mayores que los efectos perjudiciales que podría tener; las dos últimas variables con coeficientes positivos (> .2) para la elección de ciencias por las chicas son ver una radiografía de una parte de mi cuerpo y crear y

revisar un documento o archivo en el ordenador (por ejemplo, usar un procesador de texto). El rasgo más notable del perfil de las chicas con ciencias es que no comparten ninguna de las variables significativas con los chicos de ciencias (anterior) lo cual sugiere la profunda brecha entre ambos sexos educados en coeducación.

Las dos variables significativas que caracterizan el perfil de las chicas sin ciencias (coeficientes negativos) tienen valores muy semejantes y se refieren a la ciencia escolar: la dificultad de su aprendizaje y su papel para enseñar a cuidar la salud.

La elección de ciencias entre las chicas solas

El AD para el grupo de chicas solas (educadas diferenciadamente) obtiene sendos centroides para los dos subgrupos de las chicas solas de ciencias (0,420) y las chicas solas sin ciencias (-2,381), cuya diferencia más notable respecto a los anteriores es la fuerte caída del centroide negativo que caracteriza las chicas solas sin ciencias, de modo que las chicas solas que eligen ciencias y las que no las eligen están muchísimo más separadas relativamente que en los dos grupos anteriores (χ^2 (14, N = 120) = 77,89, $p < .0000$; correlación canónica = .7101).

| Variables actitudinales: Chicas solas | Coefficientes estandarizados |
|---|-------------------------------------|
| La gente debería cuidarse más de proteger el ambiente | 0,858 |
| Trabajar en algo de acuerdo con mis actitudes y valores | 0,556 |
| Usar una calculadora | 0,553 |
| Soy optimista sobre el futuro | 0,512 |
| Usar una palanca | 0,480 |
| Estar en un hospital como paciente | 0,448 |
| Recoger bayas comestibles, frutas, setas o plantas silvestres | -0,270 |
| Los problemas medioambientales hacen el futuro del mundo sombrío y desesperado | -0,319 |
| La ciencia en la escuela es interesante | -0,338 |
| Enviar o recibir correo electrónico | -0,352 |
| El progreso científico y tecnológico ayuda a curar enfermedades como SIDA, cáncer, etc., | -0,420 |
| Tomar medicinas de herboristería o tratamientos alternativos (acupuntura, homeopatía, yoga, curanderismo, etc.) | -0,424 |
| Pienso que cada uno de nosotros puede hacer una contribución importante a la protección del ambiente | -0,456 |
| Coleccionar piedras diferentes o conchas | -0,566 |

Tabla 3.- Variables actitudinales que resultan significativas para el grupo de chicas solas mediante análisis discriminante paso a paso (los valores desaparecidos de alguna variable se han sustituido con el valor medio de la serie). Casos clasificados correctamente (ciencias 96.1%; Sin ciencias 66.7%; total 91.7%).

El AD para las chicas solas obtiene 14 variables actitudinales significativas (Tabla 3), seis tienen coeficientes estandarizados positivos, indicadores de la pertenencia al grupo de ciencias, y ocho tienen coeficientes estandarizados negativos, indicadores de la pertenencia al grupo sin ciencias. El modelo de indicadores de elección de ciencias para las chicas solas destaca por dos rasgos: el número de indicadores positivos es menor que el número de indicadores negativos y la magnitud de sus coeficientes es relativamente más elevada que en los otros dos grupos. El coeficiente positivo máximo de la variable "La gente debería cuidarse más de proteger el ambiente" es el más alto con diferencia de todos los coeficientes obtenidos, y además, los coeficientes de las otras cinco variables significativas positivas son también muy elevados (> 0.4). Estos últimos son los siguientes: trabajar en algo de acuerdo con mis actitudes y valores, usar una calculadora, soy optimista sobre el futuro, usar una palanca y estar en un hospital como paciente.

El rasgo más dominante e influyente del perfil de las chicas solas con ciencias es la preocupación medio-ambiental, que se complementa con el optimismo sobre el futuro del medio ambiente. Este último es el único indicador que se repite, pues aparece también para las chicas.

Las ocho variables con coeficientes negativos del grupo de chicas solas sin ciencias constituyen el conjunto más amplio de indicadores negativos obtenidos para los grupos estudiados. El rasgo negativo más importante de las chicas solas sin ciencias es la actividad de coleccionar (piedras o conchas). Las variables con grandes coeficientes negativos, inferiores al anterior (< -0.40), son pensar que cada uno de nosotros puede hacer una contribución importante a la protección del ambiente, tomar medicinas de herboristería o tratamientos alternativos y que el progreso científico y tecnológico ayuda a curar enfermedades. Las variables con coeficientes negativos menores (< -0.20) son enviar o recibir correo electrónico, la ciencia en la escuela es interesante, los problemas medioambientales hacen el futuro del mundo sombrío y desesperado y recoger bayas comestibles, frutas, setas o plantas silvestres. En suma, el indicador negativo más destacado del perfil de las chicas solas sin ciencias es el coleccionismo (piedras o conchas), y después, la esperanza en la contribución personal para mejorar el medio ambiente, la medicina alternativa y la contribución del progreso científico a la curación de enfermedades. Especialmente difícil de interpretar es el papel de algunas variables aparentemente paradójicas, como "la ciencia es interesante" o "el progreso ayuda a curar enfermedades" por su valor negativo en la elección de ciencias.

Clasificación de casos y predictores significativos

Además de la capacidad de identificar los factores más significativos que determinan la elección (relatados en los párrafos precedentes) y que concitan el mayor interés didáctico, el AD es, principalmente, un método de clasificación de casos, cuya eficacia viene determinada por la bondad de la función discriminante para asignar los casos reales al grupo correcto, en este caso, asignar los estudiantes al grupo con ciencias o sin ciencias.

Los resultados de la clasificación empírica de los casos en el grupo correcto (ciencias o sin ciencias) permiten apreciar que las tasas globales de

clasificación correcta oscilan según el grupo. La elevadísima tasa de clasificación correcta del grupo de chicas solas (91,7%), que llega al 96,1% en el subgrupo de chicas solas que eligen ciencias, destaca sobre las demás; además, la tasa de clasificación correcta de casos es superior entre las chicas (71,6%) que entre los chicos (65%).

En promedio, la tasa de clasificación correcta del subgrupo de ciencias es aproximadamente tres de cada cuatro casos, con un gran pico para las chicas solas y un valle para los chicos; además, es más alta que la tasa de clasificación correcta del grupo sin ciencias (poco menos de dos de cada tres casos). Las tasas de clasificación correcta entre ambos subgrupos de ciencias y sin ciencias de los chicos son bastante semejantes, mientras las chicas solas tienen las diferencias más grandes en las tasas de clasificación correcta entre esos subgrupos (ciencias y sin ciencias). En conjunto, los valores de las tasas anteriores sugieren que las variables de actitudes relacionadas con la CyT son muy eficaces para pronosticar la elección de ciencias en secundaria; pronostican mejor la elección de las mujeres que de los hombres, y es especialmente notable en el grupo de chicas solas, es decir, las chicas formadas en un ambiente de educación diferenciada.

La identificación de las variables más significativas que determinan la clasificación de los casos, y por tanto, la elección de ciencias de los individuos (a partir de un total de 149 variables actitudinales introducidos en los ADs realizados) obtiene una lista de 35 factores significativos sobre la decisión de elegir (o no) ciencias en secundaria en cada uno de los grupos (Tablas 1, 2 y 3). Curiosamente no se repite ningún factor en los tres grupos y sólo uno de los 35 factores significativos encontrados (optimismo sobre el futuro medioambiental) aparece en dos grupos (chicos y chicas solas). Aunque el AD tiene como objetivo separar los grupos de elección de ciencias, cuando las variables que realizan esa discriminación son tan diferentes entre chicos, chicas y chicas solas se puede interpretar que la decisión de elegir o rechazar las ciencias en esos grupos se toman por razones muy diferentes entre sí.

La ausencia de factores comunes entre chicos y chicas coeducados en las mismas aulas apunta a que el sexo influye decisivamente en esa toma de decisiones a través de factores diferentes; análogamente, la falta de factores repetidos entre las chicas y las chicas solas, sugiere que el tipo de educación que distingue estos dos grupos de mujeres (coeducación y educación diferenciada), también influye en la elección de ciencias.

Si se realiza un AD global sobre la muestra total se obtienen 24 variables actitudinales significativas; si se comparan estas con el conjunto de 35 factores significativos obtenidos para pronosticar la asignación en cada uno de los tres grupos se observa que sólo 11 factores actitudinales son comunes entre ambos, la muestra total y los tres grupos. Desde esta perspectiva, el hecho que sólo un tercio de los factores significativos para la elección en los grupos coincidan con la mitad de los factores significativos de la muestra total constituye una nueva verificación de la profunda diversidad de los perfiles de los tres grupos.

La distribución de los predictores discriminantes significativos obtenidos en cada grupo sobre las distintas escalas empleadas también sugiere la relevancia diferencial de algunas actitudes. La lista de experiencias extra-

escolares y las escalas sobre el futuro medio-ambiental y la ciencia escolar aportan la mayoría (31) de los predictores discriminantes significativos, mientras las escalas de imagen de la ciencia y rasgos de un trabajo futuro ni siquiera aparecen en los tres grupos. La última tiene particular relevancia y merecería un análisis posterior, pues contradice el sentido común, ya que parece sugerir que la primera elección de ciencias se realiza sin tener en cuenta los rasgos apreciados en un trabajo futuro.

Discusión y conclusiones

Este estudio analiza empíricamente los factores actitudinales relacionados con la CyT que resultan significativos en la determinación de las elecciones tempranas de asignaturas científicas mediante un procedimiento estadístico de análisis discriminante. Este tipo de análisis se justifica por la naturaleza dicotómica de la variable elección de ciencias, que usa como factores las 149 variables actitudinales extraídas del cuestionario del proyecto ROSE. La relevancia del estudio se asienta en la capacidad de la escuela para educar e influir sobre muchos de los factores significativos identificados que influyen en la elección de ciencias.

El grupo de chicas educadas diferenciadamente (chicas solas) logra un hito destacado: alcanza una tasa de pronóstico correcto de las elecciones casi total (96%) en el subgrupo que elige ciencias, que es muy superior a las tasas de pronóstico obtenidas en ninguno de los otros subgrupos de chicos y chicas.

Globalmente, los análisis realizados para cada uno de los grupos del estudio (chicos, chicas y chicas solas) muestran perfiles de predictores discriminantes totalmente diferentes entre sí. Los predictores discriminantes que forman los perfiles de los grupos son 13 para los chicos, 8 para las chicas y 14 para las chicas solas; el rasgo más destacable de este conjunto de 35 factores obtenidos para los tres grupos es que no hay ningún factor que sea común a los tres grupos en este conjunto y sólo un factor (optimismo sobre el futuro medioambiental) se repite en dos grupos (chicos y chicas solas). Este resultado significa que cada uno de los tres grupos examinados posee un perfil de factores actitudinales propio y diferente a los demás, y a la vez es una corroboración indirecta de la importancia como factores determinantes de las elecciones de ciencias de las dos variables que diferencian los tres grupos (sexo y tipo de educación). La falta de coincidencia entre los perfiles de chicos y chicas indica que el sexo es un factor importante en la elección de ciencias en las aulas mixtas en consonancia con bastante literatura (Croxford, 2002; López-Sáez, 1995; Silván-Ferrero, Bustillos y Fernández, 2005). Análogamente, los perfiles de elección disjuntos entre chicas (coeducadas) y chicas solas (educadas diferenciadamente), dos grupos del mismo sexo y diferente tipo de educación, indica que el tipo de educación es también un factor determinante de la elección de ciencias.

El conjunto de variables actitudinales que determinan significativamente la elección en cada grupo constituyen los perfiles de elección del grupo, a favor de las ciencias si su coeficiente estandarizado es positivo, o en contra, si es negativo. El rasgo positivo más influyente en la elección de ciencias de los chicos es el deseo de ser científico, mientras la no elección está dirigida

por la creencia en la existencia de soluciones a los problemas ambientales y la realización de actividades de artesanía. El deseo de ser científicos, como factor positivo principal de la elección de los chicos, no requiere mucha interpretación pues resulta auto-evidente; aquí sería importante resaltar el respaldo empírico obtenido por el factor. La interpretación de los factores negativos es más compleja: la creencia en la existencia de soluciones para los problemas ambientales como indicador de no elección de la ciencia, podría interpretarse con un cierto optimismo idealista de quienes no eligen ciencias (y cierto pesimismo más realista, de sus contrapartes). Análogamente, quienes realizan actividades de artesanía tienen más probabilidad de no elegir ciencias, y viceversa; una interpretación razonable es que quienes eligen ciencias dedican menos tiempo a actividades de artesanía, tal vez porque tienen otras actividades preferentes.

El perfil de elección de ciencias de las chicas tiene su factor más positivo en el aumento de la curiosidad por la ciencia causado por la ciencia escolar, mientras los más negativos son la dificultad de su aprendizaje escolar y su utilidad para aprender el cuidado de la salud. El carácter positivo del estímulo de la curiosidad y el carácter negativo de la dificultad del aprendizaje de la ciencia escolar sugieren relaciones directas y auto-evidentes, que no requieren interpretación. Sin embargo, resulta sorprendente que las chicas que consideran la ciencia escolar útil para el cuidado de la salud tengan más probabilidad de no elegir ciencias; esto puede ser consecuencia de dos interpretaciones: por un lado, que las chicas consideren que no necesitan saber más sobre cuidado de la salud; por otro, que las chicas consideren la utilidad de la ciencia para la salud como un objetivo educativo ya agotado, es decir, que la elección de ciencia escolar en el futuro no les aportará más elementos relevantes para cuidar la salud, y por tanto, no eligen ciencias.

La elección de ciencias por las chicas solas tiene como indicador más positivo el deseo de proteger más el ambiente, y en el lado negativo, el coleccionismo de piedras o conchas y la confianza en la contribución personal a conservar el medio ambiente. Las chicas solas con mayores deseos de aumentar la protección del medio ambiente eligen ciencias (positiva) con más probabilidad; además, cabe resaltar que esta variable es el único predictor significativo repetido (entre chicos y chicas solas), circunstancia que le convierte en el único predictor transversal de la elección de ciencias. Sin embargo, otro rasgo ambiental, la confianza en la contribución personal a la conservación del medio ambiente, muestra una relación muy negativa con la elección de ciencias; quienes eligen ciencias creen menos en la influencia de las contribuciones personales, posiblemente, porque confían más en las soluciones científicas y técnicas, que estarían más en consonancia con su elección de ciencias... o porque no están dispuestas a aumentar su propia contribución personal.

Cuantitativamente, resulta interesante considerar la pertenencia de los distintos predictores relevantes obtenidos para los tres grupos a las diferentes escalas aplicadas. La mayoría de los predictores discriminantes de los chicos provienen de las escalas de experiencias extra-escolares (6), el futuro medioambiental (4) y la ciencia escolar (2). Análogamente, la mayoría de los predictores discriminantes de las chicas provienen de las escalas de experiencias extra-escolares (3) y la ciencia escolar (3), y la

mayoría de los predictores discriminantes relevantes de las chicas solas provienen de las escalas de experiencias extra-escolares (7) y el futuro medioambiental (4). Estas frecuencias sugieren que las experiencias extraescolares aportan la influencia cualitativa más importante de elecciones de ciencias, pues tienen muchos predictores en todos los grupos, tanto positivos como negativos, aunque no existen coincidencias que se repitan en los tres grupos. Podría atribuirse esta mayor frecuencia a la mayor longitud de esta escala, aunque este no debe ser el caso, porque la escala de trabajo futuro, que también es larga, apenas obtiene predictores significativos en el análisis. En segundo lugar de importancia se sitúan las actitudes medioambientales, aunque con una influencia muy diversificada, positiva, negativa y, en algunos casos, contra-intuitiva.

El caso de los predictores pertenecientes a la ciencia escolar es singular, porque, curiosamente, sólo aparecen mayoritariamente en el caso de chicos y chicas en coeducación, mientras para las chicas en educación diferenciada no aparece ningún predictor relevante perteneciente a ciencia escolar. Aunque el único que aparece (la ciencia escolar es interesante) posee un coeficiente discriminante negativo, que significa que las chicas solas que encuentran menos interesante la ciencia escolar, eligen ciencias con más probabilidad, de modo que las chicas solas encuentran en la ciencia otros elementos atractivos diferentes al mero interés hacia la ciencia escolar.

Finalmente, cabe destacar el carácter prácticamente testimonial en la predicción de la elección de ciencias en la escuela de los aspectos actitudinales pertenecientes a las escalas de imagen de la ciencia y rasgos de un trabajo futuro. Ambos casos parece que sugieren que los aspectos más genéricos, de imagen global de ciencia y tecnología o los aspectos de un trabajo futuro, no tienen influencia en la decisión concreta de elegir o no elegir ciencias en la escuela tan grande como los demás, en oposición a lo sugerido por Cleaves (2005) y Lindahl (2003), aunque las variables en competencia son diferentes entre estos estudios.

La interpretación del papel de la mayoría de los predictores obtenidos en la elección de ciencias no requiere grandes elaboraciones teóricas por la simplicidad de la relación entre el contenido de los predictores y la elección. Así, la relación positiva entre elección de ciencias y el deseo de ser científico, el aumento de la curiosidad por la ciencia o el deseo de proteger más el ambiente, o la relación inversa (negativa) con la dificultad del aprendizaje de la ciencia en la escuela son intuitivas y naturales. Como rasgo general, cabe destacar el importante papel que juegan los indicadores significativos referidos al medio ambiente y actividades extraescolares.

La interpretación de otros predictores es más compleja y contingente, pues exhiben una ambivalencia o inconsecuencia, aparentemente paradójica y contra-intuitiva, en la medida en que su signo, especialmente parece entrar intuitivamente en contradicción con la elección de ciencias pronosticada, como reflejan ya algunas interpretaciones incluidas en los párrafos anteriores. Por su excepcionalidad, cabe resaltar el único caso de un predictor significativo (usar correo electrónico) que entra en la función discriminante con dos signos contrarios en los dos grupos donde aparece, positivo en toda la muestra y negativo para las chicas solas; una interpretación tentativa de esta paradoja podría pasar por considerar que en

el primer caso es una actividad tecnológicamente innovadora (motivadora por afinidad hacia la elección de ciencias) y en el segundo caso, podría ser una actividad de mero ocio, consumidora de tiempo, que no aporta una predisposición positiva hacia la ciencia (inhibidora de la elección de ciencias). Otros casos de paradojas son algunos predictores negativos, tales como el reconocimiento de la ciencia como instrumento de progreso en la curación de enfermedades o encontrar la ciencia escolar interesante (chicas solas), el papel de la ciencia escolar para aprender a cuidar la salud (chicas) o la creencia que todos deberían aprender ciencia en la escuela (chicos); los cuatro contienen un valor positivo de algún rasgo de la ciencia, y sin embargo, al ser predictores discriminantes negativos, los estudiantes que más los valoran probablemente no elegirán ciencias. Quizá la interpretación teórica de fondo de estos aspectos contradictorios entre rasgos de actitudes y conducta (elección) pueda acogerse a las previsiones de la teoría de la acción planeada de Ajzen y sus variantes (Eagly y Chaiken, 1993); esta teorías sugieren la intervención de otras variables intervinientes, tales como la norma subjetiva y la percepción de control de la conducta (facilidad/dificultad), que al mediar sobre la intención conductual y la conducta misma pueden llevar a una conducta diferente de la más intuitiva sugerida por la actitud concreta expresada.

Los contenidos e interpretaciones de estos indicadores sugieren implicaciones directas para la intervención educativa del profesorado en el aula de ciencias. Por ejemplo, trabajar más y mejor la conservación del medio ambiente y la necesidad de una educación ambiental adecuada, alejada tanto de los dogmatismos conservacionistas como de los postulados puramente cientificistas; mejorar la imagen de los científicos, haciéndola más realista, o hacer el aprendizaje más motivador e interesante para los estudiantes. Otro aspecto de la atención a la diversidad es la función compensatoria de la escuela, en relación con la importancia relativa de las experiencias extraescolares: si estas son tan importantes para la elección, una de las misiones de la escuela en la atención a la diversidad sería compensar la diferencia de experiencias previas que los estudiantes aportan a la escuela, dando ocasión a los estudiantes en la escuela de realizar aquellas actividades y experiencias que no han podido realizar.

Desde la perspectiva de la atención a la diversidad cabe destacar las diferencias obtenidas entre los tres grupos: a la luz de los resultados presentados, el sexo de los estudiantes y el tipo de educación (coeducación o educación diferenciada) son variables influyentes en las elecciones tempranas de ciencias al final de la educación secundaria, pues exhiben predicciones de la pertenencia al grupo de elección con una alta probabilidad, y sus predictores son claramente diferenciados y no coincidentes entre los grupos, según sexo (chicos y chicas) y según el tipo de educación recibida, coincidiendo con otros trabajos (Croxford, 2002; López-Sáez, 1995; Silván-Ferrero, Bustillos y Fernández, 2005). Esto implica que las intervenciones más inductoras hacia la elección de ciencia varía según el grupo, es decir, es diversa y requiere una atención explícita a la diversidad; en los chicos se debe estimular su deseo de ser científicos, mientras en las chicas es mejor estimular su curiosidad y facilitar el aprendizaje (no dificultarlo) y en las chicas solas, trabajar las actitudes relativas al medio ambiente. Una educación científica adaptada a la

diversidad desde la perspectiva de la elección de ciencias requiere adaptarse a las necesidades peculiares de los grupos.

En relación a la controversia entre la EM y la ED este estudio aporta la identificación de las variables actitudinales implicadas en las elecciones escolares, que resultan predictores significativos de la elección de CyT para un tipo u otro de educación. Los resultados confirman perfiles diferentes, que al menos sugieren que ambos tipos de educación producen efectos distintos; aunque la decisión sobre la eficacia de cada tipo requiera una investigación más precisa y profunda, los resultados obtenidos permiten observar que la tasa de chicas solas (ED) que eligen ciencias es superior a las chicas (EM) y el proceso de predicción discriminante exhibe también una mayor capacidad predictiva. Al menos, la ED exhibe una eficacia diferente a la EM para inducir las chicas hacia la ciencia.

La naturaleza dicotómica de la variable de elección impone el AD realizado; el carácter contingente del AD respecto el tamaño de las muestras y al conjunto de las variables actitudinales empleadas influye en sus resultados (las variables más significativas dependen del conjunto global de variables empleado) son las principales limitaciones generales de los ADs. El número de variables y la amplitud de las muestras en este estudio son grandes y minimizan estas limitaciones. Por otro lado, los resultados empíricos del AD identifican los predictores discriminantes de la elección, que tienen un significado directo para la educación científica, pues son bastante concretos y poco afectados por interpretaciones diversas y esto es una ventaja para las implicaciones educativas de los resultados. No obstante, la confirmación de las estructuras factoriales de las diversas escalas permitirá consolidar factores de agrupamiento más amplios, cuyos resultados abrirán perspectivas de nuevas interpretaciones teóricas sobre la elección de ciencias. Metodológicamente, la mayor presencia relativa de predictores de experiencias extraescolares, que pueden sorprender por su contenido, tiene una explicación en el mecanismo de la función discriminante, que trata de cubrir la variabilidad de la elección con los predictores; la escala de experiencias extraescolares es la más extensa y también la más heterogénea, por lo que sus ítems pueden cubrir la varianza con mayor amplitud que las otras escalas más homogéneas.

La implicación didáctica más directa surge de los predictores discriminantes de la elección identificados en el estudio para los diferentes grupos; estos predictores son pistas educativas de los rasgos que son valioso para la elección de los grupos y pueden servir de guías para la atención a la diversidad en la educación científica de chicos y chicas, de modo que se contribuya a reforzar y compensar las desigualdades y a apoyar una elección de ciencias más sensata y equitativa, en línea con la renovación de la didáctica de las ciencias propuesta recientemente por diversos autores (Fensham, 2004; Rocard, et al., 2007; Williams et al., 2003) a través de la educación de los aspectos actitudinales inmersos en la elección.

Referencias bibliográficas

Ainley, J. y P. Daly (2002). Participation in science course in the final year of high school in Australia: the influences of single-sex and co-

educational schools. En A. Datnow y L. Hubbard (Eds.), *Gender in Policy and Practice: Perspectives on Single-Sex and Co-educational Schooling*, (pp. 243-262). London: Routledge-Falmer.

Blenkinsop, S.; McCrone, T.; Wade, P. y M. Morris (2006). *How do Young People Make Choices at Age 14 and Age 16? (DfES Research Report 773)*. London: DfES. Consultado 4/11/2008. En <http://www.nfer.ac.uk/research-areas/pims-data/summaries/how-do-young-people-make-choices-at-age-14-and-age-16.cfm>.

Breakwell, G.M. y S. Beardsell (1992). Gender, parental and peer influences upon science attitudes and activities. *Public Understanding of Science*, 1, 183-197.

Cleaves, A. (2005). The formation of science choices in secondary school, *International Journal of Science Education*, 27, 4, 471-486.

Consejo de Europa (2003). Conclusiones del Consejo de 5 de mayo de 2003 sobre los niveles de referencia del rendimiento medio europeo en educación y formación. *Diario Oficial C 134* de 7.6.2003.

Croxford, L. (2002). *Participation in science, engineering and technology at school and in higher education*. Edinburgh: Centre for Educational Sociology, University of Edinburgh.

Eagly, A.H. y S. Chaiken (1993). *The psychology of attitudes*. Forth Worth: Harcourt Brace College Publishers.

Farenga, S.J. y B.A. Joyce (2000). Intentions of young students to enrol in science courses in the future: an examination of gender differences. *Science Education*, 83, 55-75.

Fensham, P.J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En R.M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Eds.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings* (pp. 23-25), Lublin, Poland, Maria Curie-Sklodowska University Press.

Fize, M. (2003). *Les Piéges de la mixité scolaire*. Paris: Presses de la Renaissance.

Gago, J.M. (Coord.) (2004). *Increasing human resources for science and technology in Europe, report presented at the European Community conference Europe Needs More Scientists*, Bruselas, 2 Abril. Consultado 7/11/2005. En http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/sciprof/publications_en.html.

Gardner, P.L. (1975). Attitudes to science: a review. *Studies in Science Education*, 2, 1-41.

Greenfield, T.A. (1996). Gender, ethnicity, science achievement, and attitudes, *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 901-934.

Haste, H. (2004). *Science in My Future: a Study of the Values and Beliefs in Relation to Science and Technology amongst 11-21 Year Olds*. London: Nestlé Social Research Programme.

INECSE Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo (2004). *Evaluación PISA 2003. Resumen de los primeros resultados en España*. Madrid: MECD, INECSE.

Keller, E.F. (1985). *Reflections on gender and science*. New Haven, NH: Yale University Press.

Kleinman, S.S. (1998). Overview of Feminist Perspectives on the Ideology of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 837-844.

Lindahl, B. (2003). *Pupils' responses to school science and technology?* (Published dissertation), Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

López-Sáez, M. (1995). La elección de una carrera típicamente femenina o masculina desde una perspectiva psicosocial: la influencia del género. *Revista de Psicología Social*, 9, 2, 213-230.

Manassero, M.A. y A. Vázquez (2003). Los estudios de género y la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación*, 330, 251-280.

Millar, R. y J. Osborne (1998). *Beyond 2000. Science education for the future*. London: King's College.

Pérez, A. (2005). *Evaluación nacional de actitudes y valores hacia la ciencia en entornos educativos*. Madrid: FECYT.

PISA (2003). *Aptitudes básicas para el mundo de mañana. Otros resultados del proyecto PISA 2000*. París: UNESCO.

Qualter, A. (1993). I would like to know more about that: a study of the interest shown by girls and boys in scientific topics. *International Journal of Science Education*, 15, 307-317.

Rocard, M.; Csermely, P.; Jorde, D.; Lenzen, D.; Walberg-Henriksson, H. y V. Hemmo (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission, Community Research. Consultado 22/12/2008. En http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf).

Salomone, R.C. (2003). *Same, Different, Equal: Rethinking Single-Sex Schooling*. New Haven: Yale University Press.

Schreiner, C. y S. Sjøberg (2004). Sowing the seeds of ROSE. Background, Rationale, Questionnaire Development and Data Collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - A comparative study of students' views of science and science education. *Acta Didactica*. -(4/2004). Oslo: University of Oslo.

Silván-Ferrero, M.P.; Bustillos, A. y M.J. Fernández (2004). *Género y orientación vocacional*. Comunicación presentada en el 2º Congreso Hispano-Portugués de psicología, Lisboa, Portugal.

Smithers, A. y P. Robinson (2006). *The paradox of single-sex and co-educational schooling*. Manchester: Centre for Education and Employment Research, University of Manchester.

Spielhofer, T.; Benton, T. y S. Schagen (2004). A study of the effects of school size and single-sex education in English schools. *Research Papers in Education*, 19, 133-159.

Stark, R. y D. Gray (1999). Gender preferences in learning science. *International Journal of Science Education*, 21, 6, 633-643.

Vázquez, A. (1999). *Los estereotipos de género en el currículo científico y tecnológico de secundaria. Actitudes y preferencias de alumnado y profesorado*. Memoria final de investigación del Programa Sectorial de Estudios de las Mujeres y el Género CICYT. Palma de Mallorca: Autor.

Vázquez, A. y M.A. Manassero (2004). Imagen de la ciencia y la tecnología al final de la educación obligatoria. *Cultura y Educación*, 16, 4, 385-398.

Vázquez, A. y M.A. Manassero (2005a). Actitudes de los jóvenes en relación con los desafíos medioambientales. *Infancia y Aprendizaje*, 28, 3, 309-327.

Vázquez, A. y M.A. Manassero (2005b). La ciencia escolar vista por los estudiantes. *Bordón* 57(5), 125-143.

Vázquez, A. y M.A. Manassero (2007a). *Los intereses curriculares en ciencia y tecnología de los estudiantes de secundaria*. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears.

Vázquez, A. y M.A. Manassero (2007b). *La relevancia de la educación científica*. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears.

Williams, C.; Stanistreet, M.; Spall, K.; Boyes, E. y D. Dickson (2003). Why aren't secondary students interested in physics? *Physics Education*, 38, 4, 324-329.

Younger, M. y M. Warrington (2002). Single-sex teaching in a co-educational comprehensive school in England: an evaluation based upon students' performance and classroom interactions. *British Educational Research Journal*, 28, 353-374.

Zamora, J. (2004). *¿Hay una "crisis de vocaciones" científico-tecnológicas?*. Madrid: FECYT.