

# La elección de asignaturas de ciencias: análisis de los factores determinantes

por Ángel VÁZQUEZ ALONSO y María Antonia MANASSERO MAS

*Universidad de las Islas Baleares*

## Introducción

Las elecciones de asignaturas constituyen los primeros eslabones de la conducta vocacional de los estudiantes a lo largo de su educación, pues van contribuyendo sucesivamente a definir la vocación académica y profesional de cada persona (Ontoria, 1981). La organización comprensiva del sistema educativo español no permite elecciones de asignaturas troncales del currículo hasta el último curso de la educación obligatoria (cuarto curso de secundaria), donde las asignaturas de ciencias (biología y geología, física y química o tecnología) dejan de ser obligatorias y pueden ser elegidas o no por los estudiantes.

Este estudio afronta la problemática de la elección de las asignaturas de ciencias; el interés social y personal de esta cuestión surge de la extraordinaria importancia que el sistema de ciencia y tecnología (en adelante CyT) tiene en el bienestar y progreso de los países. Este interés resulta hoy más reforzado aún por la creciente escasez de científicos y técni-

cos necesarios para sostener y alimentar el sistema de CyT que es la base del bienestar social en los países desarrollados. El problema de la disminución de vocaciones científicas se plantea desde las primeras decisiones de elección académica, pues el reemplazo generacional de los científicos debe salir de los jóvenes que eligen las asignaturas de ciencias, y de ahí, el interés que tiene esta cuestión como semillero de vocaciones científicas (González, Álvarez, Cabrera y Bethencourt, 2002). Un indicador relevante de la trascendencia de este problema es el remedio propuesto por el Consejo de Educación de la Unión Europea, que pretende lograr como objetivo para el año 2010 “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” (Consejo de Europa, 2003).

Este estudio presenta una revisión de la literatura sobre la elección de asignaturas y modalidades en la educación secundaria (primeras elecciones educati-

vas) y sobre las variables que tienen una influencia importante sobre esta elección. La escasez de elecciones y vocaciones científicas es un problema relativamente reciente, de modo que la investigación específica sobre esta cuestión es dispersa, poco abundante y heterogénea, por lo cual no se imponen restricciones geográficas a la amplitud de la revisión, aunque los trabajos incluidos en este estudio se limitan a las elecciones realizadas en la educación secundaria, y específicamente a las variables relacionadas con la CyT (no se consideran los estudios basados en rasgos psicológicos como aptitudes o personalidad) propios de la orientación. No obstante, puesto que la orientación es un antecedente inmediato y más amplio que pretende ayudar a los estudiantes en sus decisiones de elecciones educativas, y aunque no aporta elementos relevantes sobre el tema específico de la elección de ciencias abordado aquí, se ofrece una breve introducción sobre esta cuestión para enmarcar correctamente el tema específico.

## La toma de decisiones de elección

Los modelos cognitivos sobre decisiones vocacionales generales sugieren que las personas usan procesos relativamente racionales de información, evaluación y selección de la alternativa elegida, que son modulados e influidos por factores externos e internos. Entre los factores internos se señalan el sexo, la personalidad, las aptitudes, las actitudes, los intereses, las motivaciones, etc., y entre los factores externos se suelen considerar la familia, el grupo de iguales, los amigos,

los profesores, los condicionantes económicos, los elementos culturales, los estereotipos, los valores, etc. (Cea y Mora, 1990).

Además de la base racional, en las elecciones se constata también la influencia de diversos factores afectivos y no tan racionales. Así, en el caso más específico de la elección de asignaturas en secundaria, las decisiones de los jóvenes son influenciadas por el agrado y la percepción del valor y competencia personal de la asignatura. Otros factores más irracionales como la improvisación o el azar también tienen importancia en el caso de los adolescentes, por su inexperiencia en tomar decisiones (Rivas, 1989, 2003).

La orientación e información recibida por los estudiantes en la escuela influye decisivamente en la racionalidad de las decisiones, pero cuando aquellas no existen, los factores afectivos y externos como los amigos, familiares u otras fuentes de información informales cobran mayor importancia (Blenkinsop, McCrone, Wade y Morris, 2006). Estos autores observaron una correlación general entre la eficacia de la escuela (caracterizada por el liderazgo, apoyo, expectativas altas y gestión del currículo) y la racionalidad, sensatez y solidez de las decisiones tomadas por los estudiantes, aunque las decisiones fluctúan enormemente según los factores externos. También sugieren la existencia entre los estudiantes de un conjunto de perfiles personales de elección, según como se combinan cuatro indicadores básicos (orientación, visión del futuro, tolerancia

al riesgo y teoría sobre el éxito). Aunque fluctuantes e inestables, los perfiles de los electores, ordenados de mayor a menor eficacia, son los siguientes: aspirantes seguros, realistas determinados, previsores a largo plazo, guerrilleros indecisos, conformistas corto-placistas, soñadores idealistas, buscadores de comodidad y derrotados. Tal vez ninguno de estos esquemas sea aplicable a todos todo el tiempo, sino que probablemente los estudiantes pasan de un perfil a otro en función del contexto, de modo que para incrementar la racionalidad de las elecciones se concluye la necesidad de aportar siempre información, adaptada a cada caso y persona.

Las elecciones adquieren sentido en el marco del proceso global de socialización y desarrollo de las personas, como una forma de realización personal basada en la identificación entre el sí mismo y la profesión, de modo que los rasgos destacados del sí mismo se asocian a los rasgos relevantes de los estereotipos profesionales (Rivas y Martínez, 2003). Por ello, las decisiones de desarrollo vocacional tienen también una estructura evolutiva, que Super (1962) ordena en una serie de etapas sucesivas denominadas crecimiento, exploración, afirmación, mantenimiento y retiro, las dos primeras de las cuales se desarrollan en la adolescencia.

## **La elección de asignaturas de ciencias y tecnología**

Los estudios revisados sobre la elección de ciencias en secundaria son escasos y metodológicamente heterogéneos.

Algunos son estudios cualitativos y otros cuantitativos, y entre estos últimos los modelos y contrastes estadísticos también son muy dispares, comprendiendo simples análisis cualitativos de tendencias, contrastes de diferencias entre grupos y técnicas correlacionales (los menos). Por otro lado, también es muy variable la amplitud de los estudios, tanto por las muestras (desde análisis de casos hasta estudios poblacionales) como por el número de variables consideradas.

El estudio correlacional de Croxford (2002) es uno de los más amplios, con una muestra de miles de estudiantes de secundaria (18-19 años), que le permite proponer un orden de importancia para los principales factores explicativos de las elecciones (estudiados en competencia):

1. Las calificaciones escolares (el factor cuantitativamente más importante).
2. El sexo (determina la elección de tecnología, física y química por los chicos y biología por las chicas).
3. Las expectativas de ir a la universidad (eligen más física y química).
4. El nivel educativo de los padres (con educación superior eligen más biología y química).
5. La ocupación de los padres media o superior (eligen más biología, física o química).

6. Vivir en un área deprimida (eligen más química y menos biología).
7. El tipo de escuela (en las escuelas no estatales se estudia más física y biología, sus chicas estudian más física y las diferencias de género son menores).

Otros factores como la estructura familiar, la propiedad de la casa y el contexto social de la escuela no fueron estadísticamente significativos.

El seguimiento de las elecciones de 72 estudiantes que habían obtenido buenas calificaciones en ciencias en la educación obligatoria demuestra que las elecciones son procesos muy dinámicos en el tiempo y que no se ajustan al estereotipo simple que los buenos estudiantes en ciencias serán científicos. El estudio identifica una compleja área de interacción entre la auto-percepción de la ciencia, la imagen laboral de los científicos, la percepción de la ciencia escolar y la interacción con adultos significativos. El desánimo con la ciencia escolar, la falta de información sobre el trabajo y la profesión de los científicos y la poca valoración de la capacidad propia en relación a la ciencia operan contra la elección de opciones de ciencias poniendo de manifiesto la importancia de los factores actitudinales específicos relacionados con la imagen de CyT y de la asignatura (Cleaves, 2005).

Young, Fraser y Woolnough (1997) compararon las aspiraciones y elecciones de carrera en 729 estudiantes de ciencias

australianos de 17 y 18 años procedentes de escuelas urbanas y rurales mediante cuestionarios y entrevistas, agrupando los factores que influyen sobre la elección de ciencias e ingeniería en tres grupos: escolares, extraescolares y personalidad. Los factores escolares más significativos son el entusiasmo del profesorado, el acceso a consejos e informaciones sobre las carreras, el aprendizaje centrado en el profesorado (influencia negativa), las actividades de clase que favorecen la socialización, la imagen y epistemología masculina de la ciencia, las expectativas del profesorado en relación a las elecciones profesionales y la facilidad de acceso a la universidad. Los factores extraescolares (los más numerosos) incluyen experiencias laborales científicas, apoyo de la familia, disposición o rechazo a abandonar la familia, estructuras de apoyo en la universidad, seguridad económica y prestigio, restricciones económicas, actividades extraescolares y aficiones científicas. Concluyen también que las escuelas rurales ofrecen menos información y experiencias de trabajo para la elección que las urbanas.

Otros factores extraescolares identificados son las experiencias relacionadas con el trabajo, el apoyo familiar, las estructuras de orientación profesional, la seguridad económica y el prestigio, y las actividades extraescolares y aficiones científicas de ocio (Bianchini, Cavazos y Helms, 2000; Gaviria, 1993).

Finalmente, algunos estudios identifican factores externos influyentes sobre

las elecciones, que son indicadores globales (p. e. el índice de desarrollo) que caracterizan a los países cultural o socialmente (Breakwell y Beardsell, 1992; Sjøberg, 2000). Los jóvenes de países desarrollados (con sistemas potentes de CyT y una educación científica de calidad) exhiben una gran desvinculación afectiva (bajo entusiasmo o rechazo abierto) hacia la ciencia escolar en relación a sus iguales de los países en desarrollo; este rasgo configura una gran paradoja rupturista, pues la sociedad rechaza el sistema de CyT que le proporciona su bienestar, cuyo paradigma extremo es el industrializado y tecnificado Japón. España se sitúa en una posición intermedia entre los países desarrollados y los países en desarrollo (Sjøberg, 2004; Vázquez y Manassero, 2007).

### **Las elecciones y el género: la acción de los estereotipos**

La CyT tienen decantada históricamente una clara marca de género androcéntrica que ha sido atribuida a la imagen “masculina” de las ciencias como factor general que subyace a todos los demás e interacciona con ellos de diversas formas y que se concreta en la menor participación de mujeres (Manassero y Vázquez, 2003a). El sexo es, pues, una variable importante en las cuestiones relacionadas con la CyT como lo atestiguan estudios referidos a diversos temas. Por ejemplo, la revisión de Gardner (1975) se inicia afirmando que el sexo es la variable individual más determinante de las actitudes hacia la ciencia y el estudio empírico de Croxford (2002) también

lo configura como el segundo factor más importante que determina las elecciones de ciencias.

La importancia del sexo en CyT se explica mediante la acción de los denominados estereotipos de género, es decir, sistemas de creencias acerca de los rasgos y roles de hombres y mujeres en la sociedad, que forman verdaderas estructuras cognitivo-motivacionales para facilitar el manejo y procesamiento de la información de cara a la interacción y adaptación eficaz del individuo al ambiente (González, 1999). En el caso de las elecciones profesionales, los estereotipos de género se traducen en la asignación de marcas de género a unas profesiones y carreras típicamente masculinas o femeninas.

Ferrer y Sánchez (1995) observaron que los chicos de bachillerato eligen preferentemente trabajos de tipo científico-técnico, económico-social y militar, mientras las chicas eligen profesiones de psicopedagogía, biosanitarias o humanísticas. Las chicas de cuarto curso de secundaria rechazan más las opciones científicas (física, química, medicina) y prefieren más actividades relacionadas con la educación (Silván-Ferrero, Bustillos y Fernández, 2005); el mismo tipo de estudiantes no desean mucho ser científicos o trabajar en tecnología pero los chicos están significativamente más a favor que las chicas (Vázquez y Manassero, 2007). Excepcionalmente, el estudio de Haste (2004) no encuentra diferencias entre chicos y chicas, aunque ambos estarían poco

interesados en un trabajo relacionado con la ciencia.

El estudio de López Sáez (1995) sobre dos profesiones con clara marca de género, ingeniería (masculina) y pedagogía (femenina) sugiere que la profesión parece imponer una misma escala de valores y motivos sobre las personas que la eligen, con independencia de que sean hombres o mujeres. Los hombres y mujeres de ingeniería valoran más la felicidad y satisfacción en la tarea, la ambición, la capacidad, la lógica, el trabajo, el empleo, el prestigio y el dinero; los estudiantes de pedagogía valoran más la belleza, la igualdad, la seguridad, la paz, el perdón, la servicialidad, la participación, la familia y la ayuda mutua.

La influencia de los estereotipos en la elección de estudios se refleja en las tasas actuales de mujeres y hombres. En bachillerato, la tasa nacional de mujeres es superior a la de los hombres en todas las edades desde 1989 (55% a 45% con datos de 2005) y los resultados académicos de las chicas son mejores. Las mujeres dominan en las modalidades de artes y humanidades-sociales (3:2), están igualadas con los hombres en ciencias (1:1) y son clara minoría (1:4) en la modalidad tecnológica.

En formación profesional (FP) el número de mujeres ha llegado a una presencia global de 42%, aunque subsisten las especialidades típicamente femeninas y masculinas. Con datos y terminología de 2005 las mujeres son mayoría abruma-

dora en imagen personal, sanidad, servicios socioculturales y a la comunidad, textil, administración y comercio, y los chicos en edificación, electricidad y electrónica, madera, marítimo-pesquera, fabricación mecánica, mantenimiento, vehículos, informática y agraria.

En la universidad española hace años que la tasa de mujeres matriculadas supera a la de hombres, pero se observan grandes diferencias en algunos estudios: la tasa femenina es superior al 70% en enfermería, magisterio, pedagogía, psicología y filología, mientras es muy baja en física, matemáticas, geología y carreras técnicas. En el período 1989-2001 (Zamora, 2004) los estudiantes matriculados en carreras de ciencias han crecido un 6%, y las mujeres han crecido relativamente más que los hombres en este período (8%), especialmente en carreras técnicas. Los datos de 2005 consolidan el avance general de las mujeres en la universidad: las licenciadas universitarias son mayoría respecto a los hombres (60%), las mujeres matriculadas son mayoría (54%) y las mujeres en ciencias experimentales también (59%), mientras en las carreras técnicas, aunque han aumentado, aún están en minoría (27%).

Los dos estudios PISA 2000 y 2003 (PISA, 2003; INECSE, 2004) muestran que la elección profesional de las mujeres se inclina más hacia las profesiones relacionadas con las ciencias de la vida y la salud así como la enseñanza, mientras los hombres prefieren carreras relacionadas con la física, las matemáticas o la inge-



nería y ocupaciones relacionadas con la tecnología. Curiosamente, el estudio de PISA 2006, citando datos sociodemográficos externos constata la más baja proporción de mujeres en determinadas carreras científicas, pero globalmente en sus propios resultados al valorar el gusto por tener una profesión científica en el futuro no encuentra diferencias sensibles entre ambos sexos, aunque estas diferencias sí aparecen en algunos países y el estudio no explora las diferencias entre diversas carreras científicas (OCDE, 2007).

La marca “masculina” de las elecciones de ciencias por las adolescentes es uno de los mayores obstáculos que las hace más apropiadas para chicos, y más específicamente, física y tecnología para chicos y biología para chicas. En la adolescencia, las personas desean afirmar su propia personalidad a través de sus decisiones, de manera que las decisiones contrarias a la autoimagen son rechazadas porque producen disonancia. Una parte importante de esa autoimagen es el género y, por ello, las chicas rechazan la ciencia, que tiene una marca masculina, porque su aceptación supondría desviarse, romper y transgredir su rol de género femenino; aquellas que la aceptan afrontan frecuentemente una ruptura social y familiar, especialmente con el proyecto y expectativas de las madres (Alemany, 1992). Este miedo a romper con su rol determina la infra-representación de las mujeres profesionales en CyT y refuerza la imagen de dominio masculino para la ciencia, donde sólo algunas mujeres excepcionales se sienten cómodas

(Coscujuela, Miralles, Solsona y Subías, 1992).

Otro factor de género en la elección de estudios y profesiones científico-técnicos es la asimétrica experiencia de hombres y mujeres previa al momento de la elección. La experiencia asimétrica se inicia a través de las actividades de ocio: las chicas prefieren jugar con muñecas que con artefactos y mecanismos, de modo que se colocan en desventaja respecto a las destrezas e intereses requeridos por las disciplinas científicas; el resultado es que los chicos tienen mayor experiencia con actividades precientíficas, especialmente de física, mientras las chicas tienen menos experiencias relacionadas con la ciencia, aunque relativamente más con biología y ciencia general. Las experiencias y actividades tempranas realizadas fuera de la escuela por los jóvenes podrían influenciar la afinidad y el rendimiento diferencial de chicos y chicas en la ciencia escolar (Greenfield, 1996) y el desinterés de las mujeres hacia las materias científico-técnicas está circularmente reforzado por el menor contacto de las chicas con experiencias previas de CyT (Keller, 1985).

Las experiencias previas no sólo producen una preparación y actitud más favorable, sino que permiten acceder a un tipo de información profesional específica que inclina gradualmente las pequeñas y cotidianas decisiones de elección de estudios de manera diferencial. Los chicos optan por estudios científico-técnicos antes que las chicas y por mecanismos diferentes: la mayoría de los chicos de

telecomunicaciones tomaron su decisión en segundo o tercero de bachillerato (16-17 años), mientras la mayoría de chicas eligieron más tardíamente y por exclusión de otras alternativas y después de buscar información y asesoramiento de profesores o especialistas (Alemany, 1992).

Los intereses profesionales y las expectativas laborales relacionadas con CyT de los estudiantes muestran un claro perfil de género bien documentado, a través de la menor presencia de mujeres en los estudios y carreras científicas, especialmente en las denominadas “ciencias duras”, tanto en la educación preuniversitaria (bachillerato y formación profesional) como en las decisiones de carrera superior y están infra-representadas en la comunidad científica (Coscujuela, Miralles, Solsona, y Subías, 1992; Stark y Gray, 1999). El género determina diferencias de género incluso dentro de la propia elección de ciencias. Los chicos tienen, en general, actitudes más favorables hacia la ciencia, que se traducen en mayor preferencias por actividades científicas y mayor interés en ciencias físicas, mientras las mujeres eligen menos estudios de ciencias, especialmente de las disciplinas más duras, aunque tienen interés en temas biológicos y de salud (Álvarez y Jiménez, 1992; Farenga y Joyce, 2000). A pesar de la evidente importancia de investigar la relación entre las actitudes y la elección de CyT, aún no hay muchos estudios sobre esta cuestión (Gardner, 1975; Vázquez y Manassero, 2005; Qualter, 1993).

El enfoque psicosocial explica las diferencias de género en la elección profesional considerando el sexo como una categoría social, sobre la cual existen una serie de creencias y prescripciones culturales que conforman lo que se denomina el género. Según Eccles (1994, 2005) las diferencias entre hombres y mujeres en las elecciones se deben a la diferente valoración subjetiva de las tareas de logro (lengua, matemáticas) y a los diferentes juicios sobre las actividades específicas (por ejemplo, las chicas valoran las materias con independencia de las calificaciones, cosa que no hacen los chicos).

En suma, la infra-representación de las mujeres en los ámbitos científico-técnicos es el hecho más universal que caracteriza las relaciones entre las mujeres y las ciencias. En general, la situación va mejorando como consecuencia de la plena incorporación de la mujer a todas las áreas y a los estudios universitarios, aunque viene lastrada aún por la menor elección de las mujeres de estudios técnicos.

## Factores personales afectivos

Dos problemas fundamentales de la educación científica en la actualidad (tal vez relacionados) son el elevado fracaso escolar en el aprendizaje de ciencias y la creciente disminución de vocaciones científicas, con el añadido de la infra-representación en las carreras y niveles más altos de CyT de algunos grupos, particularmente las mujeres. Estas dos cuestiones configuran numerosos aspectos afectivos de la persona, tales como actitudes, intereses, motivaciones, autoconcepto,



etc. que resultan determinantes en las elecciones. Entre los factores generales, propios de cualquier elección, las actitudes son los factores afectivos más estudiados en relación a las elecciones de ciencias. Las actitudes positivas facilitan la aproximación hacia la ciencia (aprendizaje, interés y elección), mientras que las actitudes negativas producen desinterés y rechazo.

La percepción de la ciencia escolar es uno de los cuatro factores significativos que determinan las elecciones de ciencias de los estudiantes de secundaria (Cleaves, 2005). La CyT escolar tiene una imagen deficiente entre los adolescentes, pues su aprendizaje resulta difícil y aburrido y, en suma, no gusta a los estudiantes. Los estudiantes que no eligen opciones de estudios de ciencias se justifican en la mayoría de los casos por huir del aburrimiento y la dificultad, mientras la minoría que entran en una carrera de ciencias lo justifican por percibir un mejor futuro laboral, aunque tal vez sus opiniones sobre la dificultad y falta de atractivo de la ciencia sean similares a quienes toman la decisión opuesta (Lindahl, 2003). Los currículos escolares de CyT son aburridos, desfasados e irrelevantes, diseñados para una minoría, en lugar de intentar dotar a la mayoría con una alfabetización, comprensión y razonamiento básico sobre CyT (Millar y Osborne, 1998; Williams, Stanistreet, Spall, Boyes y Dickson, 2003). A este respecto, el eurobarómetro 224 (EC, 2005) es suficientemente claro: la mayoría de los ciudadanos europeos (50%) consideran que las clases

de ciencias en la escuela no son suficientemente atractivas, frente a 15% que opinan lo contrario (en España, 49% frente a 11%). Estos resultados ratifican al desinterés hacia la ciencia escolar como el problema más dramático de la educación científica, pues se traduce en la huída de los estudiantes de las opciones y carreras científicas, cuando llega el momento de la elección (Fensham, 2004).

Un patrón cultural también es perceptible en el gusto por la ciencia escolar: la ciencia está entre las asignaturas escolares que menos gustan en muchos países (Hendley, Parkinson, Stables, y Tanner, 1995; Hendley, Stables y Stables, 1996). Sin embargo, la ciencia no es de las asignaturas que menos gustan a los estudiantes españoles; al final de primaria e inicio de secundaria la ciencia está entre las asignaturas más preferidas (superior a 70%), y aunque el interés en todas las asignaturas decrece con el tiempo, al final de secundaria la ciencia se encuentra aún entre las más interesantes (INECSE, 2003; Monguillot, 2002; Pérez, 2005).

Lyons (2004) informa que el 71% de los estudiantes que eligen cursos de física describieron que los padres u otros familiares animaron su interés hacia la ciencia a través de diversas acciones (regalar juguetes, libros o revistas, ver juntos documentales científicos, ayudar con los deberes y proyectos de ciencias o discutir problemas socio-técnicos). Un estudio con seis personas de alto interés hacia la ciencia demuestra que la eliminación de barreras también promueve el interés,

como por ejemplo, disminuir la distancia geográfica para hacer una carrera, evitar profesores que desaniman o padres con actitudes muy negativas hacia la ciencia (Troelsen, 2005).

Los perfiles de las elecciones de asignaturas de matemáticas, científicas y tecnológicas en la secundaria superior se acomodan a tres estrategias de motivación denominadas conquista, rescate e inmersión (Zeuner y Linde, 1997; citado en Schreiner y Sjøberg, 2004). El perfil de conquista (uno cada cuatro) surge del deseo de los estudiantes de entrar en el mercado laboral global; los problemas sociales y medioambientales despiertan el perfil más idealista de rescate (uno cada cuatro), mientras la mitad se enfoca hacia la inmersión (desarrollo profesional a lo largo de la vida). Este perfil mayoritario de elección de estudios científicos juvenil, centrado en la auto-realización y el desarrollo personal, constituye un giro copernicano en relación a la asimetría entre las dos culturas, donde la cultura de letras ofrecería una perspectiva más dirigida al desarrollo personal, mientras la cultura científica ofrecería una perspectiva para el desarrollo del conocimiento exacto (Snow, 1959).

Otros estudios también resaltan la influencia de otros factores de desarrollo personal, tales como la personalidad orientada a la ayuda, el impulso competitivo para tener éxito, las aspiraciones de carrera, el auto-concepto, los deseos de creatividad (Alemany, 1992; López-Sáez, 1994; Young, Fraser y Woolnough, 1997).

## Síntesis y conclusiones

La revisión presentada en este informe está limitada a los escasos estudios relacionados con la elección de ciencias en la educación secundaria, a los que se añaden algunos estudios vinculados con el tema general de la orientación académica y profesional que sirven de referencia y marco a los anteriores. La importancia de esta cuestión surge de la preocupación actual de muchos países por la falta relativa de científicos y técnicos necesarios para alimentar el sistema de CyT.

Los estudiantes afrontan las primeras elecciones académicas de asignaturas y estudios relacionados con CyT al final de la educación obligatoria, durante su adolescencia. En nuestro país la falta de vocaciones científicas no es un problema acuciante, porque nuestro sistema científico-técnico tiene una dimensión menor que no impone grandes requerimientos de personal, pero también porque la cantidad de titulados superiores en ciencias e ingenierías, con una buena participación de mujeres, es suficiente en relación a la pequeña oferta laboral. Sin embargo, se apuntan tendencias preocupantes, como el descenso observado en los estudios secundarios de CyT, el momento más sensible en la definición de la vocación, que requieren actuaciones concretas (Zamora, 2004). La globalización de la economía y el mercado de trabajo, y la participación en un mercado europeo también nos hace partícipes del problema general de la falta de vocaciones científicas.

La evidencia empírica presentada en los estudios sobre la elección de ciencias

es modesta, pues ningún estudio presenta un análisis causal y la robustez de los estadísticos presentados es muy limitada, pues sólo algunos estudios presentan análisis correlaciones entre las variables o estadísticos para el contraste de diferencias entre grupos (ninguno presenta el tamaño de las diferencias). El mayor valor global que cabe atribuir a las evidencias empíricas examinadas es la identificación de los factores determinantes de la elección de ciencias en secundaria, de modo que la importancia relativa de ellos se puede sintetizar e inferir de la frecuencia y énfasis que les asignan los diversos estudios.

Los factores internos o personales más decisivos en la determinación de la elección de ciencias son los resultados escolares (percepción de capacidad y expectativas de éxito/fracaso), el sexo y toda la constelación de variables afectivas que reciben denominaciones diversas (motivación, interés y percepción de las asignaturas, actitudes hacia la ciencia, imagen de la ciencia y los científicos, etc.). Los factores escolares comprenderían la calidad de la educación científica (currículos atractivos y metodologías y actividades motivadoras), el profesorado (expectativas positivas y entusiasmo), la orientación académica y profesional (elecciones, acceso a la universidad, trabajo de los científicos), el tipo de escuela (pública, privada, diferenciada) y la equidad (atención a la diversidad de las mujeres). Los factores extraescolares son numerosos, y atañen al entorno familiar (apoyo, expectativas, recursos económicos, nivel educativo y ocupación

de los padres), las experiencias previas (actividades y aficiones), las estructuras de apoyo (orientación, experiencias laborales, apoyo a la elección), el entorno cultural (barrio, país) y el grupo de iguales (compañeros, amigos, prestigio, actividades y aficiones).

Un aspecto clave de las elecciones escolares es la coincidencia temporal, durante la adolescencia, de las tomas de decisiones y el deterioro del interés y las actitudes hacia la CyT. La coincidencia de la elección de estudios con el deterioro actitudinal implica un descenso de la motivación y una distorsión de la percepción objetiva de las alternativas que conduce a decisiones azarosas y frecuentemente improvisadas de los adolescentes. Reid y Skryabina (2003) demuestran el deterioro actitudinal hacia la física que se produce en la etapa de secundaria (13 años) hasta el inicio de la etapa post-obligatoria y resaltan la influencia positiva que consiguen aplicando un buen currículo de física en los dos últimos años de la secundaria.

Desde la perspectiva de las consecuencias, los factores personales y escolares son importantes porque la escuela podría actuar sobre ellos a través de la educación. Este es el caso de los factores actitudinales, los enfoques curriculares de la CyT escolar, la calidad de la educación y la imagen de las carreras y profesiones de CyT. Los primeros tienen una importancia crucial en mejorar y mantener el interés de los estudiantes: las experiencias escolares positivas (éxito, disfrute, cali-

dad) desde una edad temprana tienen un efecto de largo alcance, mientras las experiencias negativas (fracaso, dificultades, contenidos aburridos o enseñanza deficiente) perjudican las elecciones futuras. Los remedios sugeridos para la intervención educativa tales como mejorar la calidad y equidad de la enseñanza de la ciencia escolar, promover actividades de CyT relevantes e implementar programas actualizados de orientación académica y profesional son simples y bien conocidos, pero el auténtico reto es aplicarlos eficazmente (Munro y Elsom, 2000).

La intervención hacia la equidad de género para mejorar la participación de las chicas en la ciencia ha concienciado a muchos profesionales y generado planes y programas innovadores como el proyecto *Girls into Science and Technology* (Smail, 1991). A pesar de la conciencia y sensibilización universal sobre la equidad, la realidad es que los indicadores sobre las diferencias de género en CyT evolucionan lentamente, porque los estereotipos sociales, que tienden a limitar y obligar a las mujeres, se hacen sutiles e invisibles. En el caso de CyT, el mensaje androcéntrico se reconstruye y propaga subliminalmente por nuevas vías, como los medios de comunicación y la educación, por ejemplo, a través de los juguetes (una muñeca parlanchina que repite entre sus mensajes grabados "las matemáticas son difíciles") o los libros de texto, plagados de biografías e imágenes de científicos hombres, con la consecuencia que las estudiantes carecen de modelos de rol en ciencias (Kleinman, 1998; Manassero y Vázquez,

2002, 2003b). Precisamente la invisibilidad de muchos mensajes hace que no sean atacados con el mismo ímpetu y el desencanto de las mujeres pueda perpetuarse a través de la marginación epistemológica, concepto acuñado para explicar la exclusión que nace de la falta de conjunción entre la epistemología masculina y occidental, exigida para participar en ciencia, y cualesquiera otras diferentes epistemologías de raza, etnia, cultura o género (Nichols, Gilmer, Thompson, Davis, 1998).

Finalmente, cabe reflexionar sobre aquellas actuaciones que se requieren hoy para mejorar la participación de los estudiantes en CyT, aunque sólo sea para fundamentar mejor sus elecciones vocacionales y su orientación académica y profesional (Munro y Elsom 2000), y en general, para promover una equitativa alfabetización tecno-científica del público (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Bybee, 1997; Fensham, 2004). Estas actuaciones deberían implementarse principalmente a partir de la educación secundaria obligatoria e implicar a todos aquellos agentes que contribuyen a moldear las elecciones de los estudiantes, a saber, los centros educativos, las familias y la propia sociedad.

Algunas medidas para mejorar la orientación académica y profesional, en relación con la CyT, en la secundaria obligatoria (12-16 años) podrían ser las siguientes:

- Fortalecer la coordinación entre los departamentos de ciencias y los

departamentos de orientación para promover redes, actividades e información.

- Priorizar actividades que estimulen el interés hacia la CyT.
- Explicitar las relaciones entre los temas de ciencias y los problemas sociales, medioambientales, domésticos y laborales.
- Promover contactos y relaciones con empresas.
- Ofrecer a los alumnos experiencias laborales en ciencias e ingenierías.
- Facilitar a los alumnos contactos con trabajos relacionados con CyT.
- Trabajar con las familias para ayudarles a comprender la importancia de las elecciones escolares.

En el nivel de los responsables administradores de la educación se podría pensar en las siguientes sugerencias:

- Establecer redes eficaces entre carreras y asignaturas en los programas de orientación escolar y profesional en ciencia, dónde se afronten problemas importantes como la imagen, el género, los estereotipos y las habilidades transferibles.

- Ayudar a las familias mediante campañas, para comprender los valores educativos que aportan las ciencias para una educación general y para la carrera, y la flexibilidad y transferencia de habilidades para diferentes trabajos.
- Ofrecer a escuelas y orientadores información simple, pero exacta y equilibrada, sobre sueldos y desarrollo de carreras de ciencias e ingenierías para alumnos y padres (desde departamentos universitarios, asociaciones de ciencias e ingenierías, etc.).
- Rebajar la presión del currículo de ciencias a través de la flexibilidad y la opcionalidad de temas, dando más énfasis a los enfoques y las aplicaciones prácticas y las relaciones con el trabajo.
- Animar iniciativas que presten especial atención a la física, por su mayor dificultad y falta de confianza de los alumnos, desde un planteamiento global (profesores cualificados, recursos adecuados, etc.).
- Explorar formas alternativas para elevar el nivel de las ciencias e ingenierías de modo que los alumnos aprendan haciendo, en el aula o en experiencias de trabajo y programas alternativos relacionados con organizaciones de empresarios y de formación.

Las vocaciones en CyT dependen significativamente de la calidad de la educación científica, en tanto en cuanto esta puede servir para desarrollar interés y gusto por la ciencia, o por el contrario, experiencias de dificultades y fracaso que llevan al desinterés y rechazo. Las medidas para mejorar la calidad y equidad de la educación científica y tecnológica requieren resolver equilibradamente dos objetivos encontrados: por un lado, preparar futuros profesionales en CyT y, por otro, aprender conocimientos y procedimientos científicos, pero también actitudes personales y sociales, tales como desarrollar el interés, la curiosidad y el aprecio por la CyT y aprender a participar (OECD, 2006). La denominada ciencia humanista asume esta innovación de la educación en CyT porque se basa en enfoques más humanos, pertinentes, significativos y relevantes para los estudiantes, que les permiten desenvolverse en las situaciones reales de su vida en la sociedad del conocimiento y para la legítima participación democrática ciudadana (Aikenhead, 2003; Sadler, 2004; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). El principal éxito será desarrollar conocimientos, competencias y actitudes positivas que permita a los estudiantes afrontar las elecciones desde una perspectiva más realista sobre la CyT, tanto a quienes la eligen como a quines la rechazan.

**Dirección de la autora:** 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.

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 17.IV.2008

## Bibliografía

- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A. y 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. Ver <http://www.saum.uvigo.es/reec/> (Consultado el 15/6/2006).
- AIKENHEAD, G. S. (2003) Review of research on humanistic perspectives in science curricula, Comunicación presentada en *4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA) on the Research and the Quality of Science Education* (Noordwijkerhout, The Netherlands). Ver [http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESE\\_RA\\_2.pdf](http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ESE_RA_2.pdf) (Consultado el 27/7/2007).
- ALEMANY, C. (1992) *Yo también he jugado con Electro-L* (Alumnas en enseñanza superior técnica) (Madrid, Instituto de la Mujer).
- ÁLVAREZ, M. y JIMÉNEZ, M. P. (1992) Género, ciencia y tecnología, en M. MORENO (ed.) *Del silencio a la palabra* (Madrid, Instituto de la Mujer) pp. 178-196.
- BIANCHINI, J. A.; CAVAZOS, L. M. y HELMS, J. V. (2000) From professional lives to inclusive practice: science teachers and scientists' views of gender and ethnicity in science education, *Journal of Research in Science Teaching*, 37, pp. 511-547.
- BLENKINSOP, S.; MCCRONE, T.; WADE, P. y MORRIS, M. (2006) *How do Young People Make Choices at Age 14 and Age 16?* (DfES Research Report 773) (London, DfES). Ver <http://www.nfer.ac.uk/research-areas/pims-data/summaries/how-do-young-people-make-choices-at-age-14-and-age-16.cfm> (Consultado el 12/5/2007).
- BREAKWELL, G. M. y BEARDSSELL, S. (1992) Gender, parental and peer influences upon science attitudes and activities, *Public Understanding of Science*, 1, pp. 183-197.
- BYBEE, R. (1997) *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practical Action* (Portsmouth, Heinemann).
- CEA, F. y MORA, J. G. (1990) La elección de estudios en COU, *revista española de pedagogía*, 187, pp. 505-525.
- CLEAVES, A. (2005) The formation of science choices in secondary school, *International Journal of Science Education*, 27:4, pp. 471-486.
- CONSEJO DE EUROPA (2003) Conclusiones del Consejo de 5 de mayo de 2003 sobre los niveles de referencia del ren-



- dimiento medio europeo en educación y formación, *Diario Oficial C 134* de 7.6.2003.
- COSCUJUELA, R.; MIRALLES, M.; SOLSONA, N. y SUBÍAS, R. (1992) Estudio sobre la optatividad y la igualdad entre los sexos en la enseñanza secundaria, en M. MORENO (ed.) *Del silencio a la palabra* (Madrid, Instituto de la Mujer) pp. 213-226.
- CROXFORD, L. (2002) *Participation in science, engineering and technology at school and in higher education* (Edinburgh, Centre for Educational Sociology, University of Edinburgh).
- EC European Commission (2005) *Europeans, Science and Technology. Special Eurobarometer 224 / Wave 63.1*. Ver [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_224\\_report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf) (Consultado el 7/7/2007).
- ECCLES, J. S. (1994) Understanding women's educational and occupational choices, *Psychology of Women Quarterly*, 18, pp. 585-609.
- ECCLES, J. S. (2005) Studying Gender and Ethnic Differences in Participation in Math, Physical Science, and Information Technology, *New Directions for Child and Adolescent Development*, 110, pp. 7-14.
- FARENGA, S. J. y JOYCE, B. A. (2000) Intentions of young students to enrol in science courses in the future: an examination of gender differences, *Science Education*, 83, pp. 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) Xlth Symposium Proceedings* (Lublin, Poland, Maria Curie-Skłodowska University Press) pp. 23-25.
- FERRER, M. P. y SÁNCHEZ, I. (1995) *Toma de decisión vocacional no sesgada por razón de género* (Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia).
- GARDNER, P. L. (1975) Attitudes to science: a review, *Studies in Science Education*, 2, pp. 1-41.
- GAVIRIA, J. L. (1993) *Sexo y clase social como determinante de intereses profesionales* (Madrid, Instituto de la Mujer).
- GONZÁLEZ, B. (1999) Los estereotipos como factor de socialización en el género, *Comunicar*, 12, pp. 79-88.
- GONZÁLEZ, M. C.; ÁLVAREZ, P. R.; CABRERA, D. L. y BETHENCOURT, J. T. (2002) La toma de decisiones académicas del estudiantado de la Universidad de La Laguna en la elección de los créditos de libre configuración, *Contextos Educativos*, 5, pp. 123-140.
- GREENFIELD, T. A. (1996) Gender ethnicity, science achievement, and attitudes, *Journal of Research in Science Teaching*, 33, pp. 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).
- HENDLEY, D.; PARKINSON, J.; STABLES, A. y TANNER, H. (1995) Gender differences in pupil attitudes to the national curriculum foundation subjects of english, mathematics, science and technology in Key Stage 3 in South Wales, *Educational Studies*, 21, pp. 85-97.
- HENDLEY, D.; STABLES, S. y STABLES, A. (1996) Pupils' subject preferences at Key Stage 3 in South Wales, *Educational Studies*, 22, pp. 177-187.
- INECSE Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo (2003) *Evaluación de la educación secundaria obligatoria 2000* (Madrid, MEC, INECSE).
- INECSE Instituto Nacional de Evaluación y Calidad del Sistema Educativo (2004) *Evaluación PISA 2003. Resumen de los primeros resultados en España* (Madrid, MEC, 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, pp. 837-844.
- LINDAHL, B. (2003) *Pupils' responses to school science and technology?* (Published dissertation) (Göteborg, Acta Universitatis Gothoburgensis).
- LÓPEZ-SÁEZ, M. (1994) Procesos culturales e individuales implicados en la estereotipia de género. Una aproximación empírica a la elección de carrera, *Revista de Psicología Social*, 9:2, pp. 213-230.
- LÓPEZ-SÁEZ, M. (1995) La elección de una carrera típicamente femenina o masculina desde una perspectiva psicosocial: la influencia del género (Madrid, MEC).

- LYONS, T. (2004) Choosing physical science courses: the importance of cultural and social capital in the enrolment decisions of high achieving students, 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) XI<sup>th</sup> Symposium Proceedings (CD) (Lublin, Poland, Marie Curie-Sklodowska University Press).
- MANASSERO, M. A. y VÁZQUEZ, A. (2002) Los estereotipos de género y el lenguaje en los libros de texto de ciencias, *Cultura y Educación*, 14:4, pp. 415-429.
- MANASSERO, M. A. y VÁZQUEZ, A. (2003a) Los estudios de género y la enseñanza de las ciencias, *Revista de Educación*, 330, pp. 251-280.
- MANASSERO, M. A. y VÁZQUEZ, A. (2003b) Las mujeres científicas: un grupo invisible en los libros de texto, *Investigación en la escuela*, 50, pp. 31-45.
- MILLAR, R. y OSBORNE, J. (eds.) (1998) *Beyond 2000, Science education for the future* (London, King's College).
- MONGUILLOT, I. (2002) La valoración de los alumnos de la educación secundaria, en A. MARCHESI y E. MARTÍN (comp.) *Evaluación de la educación secundaria / Fotografía de una etapa polémica* (Madrid, Fundación Santa María) pp. 273-286.
- MUNRO, M. y ELSOM, D. (2000) *Choosing Science at 16: the Influences of Science Teachers and Careers Advisors on Students' Decisions about Science Subjects and Science and Technology Careers* (Cambridge, Careers Research and Advisory Centre).
- NICHOLS, S. E.; GILMER, P. J.; THOMPSON, A. D. y DAVIS, N. (1998) Women in science: Expanding the vision, en B. J. FRASER y K. G. TOBIN (eds.) *International Handbook of Science Education* (London, Kluwer Academic Publishers) pp. 967-978.
- OECD Organisation for Economic Co-operation and Development (Global Science Forum) (2006) *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report*. Ver <http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf> (Consultado el 7/5/2007)
- OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2006) *Informe PISA 2006: Competencias científicas para el mundo del mañana* (Santillana). Ver <http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9807014E.PDF> (Consultado 11/4/2008).
- ONTORIA, A. (1981) Dimensiones de las tendencias vocacionales en la adolescencia, *revista española de pedagogía*, 151, pp. 41-54
- 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, pp. 307-317.
- REID, N. y SKRYABINA, E. A. (2003) Gender and physics, *International Journal of Science Education*, 25:4, pp. 509-536.
- RIVAS, F. (1989) El asesoramiento vocacional como relación de ayuda técnica. Reflexión teórica y resultados de investigación, *Papeles del psicólogo*, 39-40, pp. 5-11.
- RIVAS, F. (2003) Conducta y asesoramiento vocacional en la adolescencia, *Papeles del psicólogo*, 84, pp. 18-34.
- RIVAS, F. y MARTÍNEZ, B. (2003) Cognición vocacional, en F. RIVAS (ed.) *Asesoramiento vocacional. Teoría, práctica e instrumentación* (Barcelona, Ariel Psicología) pp. 313-351.
- SADLER, T. D. (2004) Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research, *Journal of Research in Science Teaching*, 41:5, pp. 513-536.
- SCHREINER, C. y SJØBERG, S. (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 (Department of Teacher Education and School Development, University of Oslo, Norway). Ver <http://www.ils.uio.no/forskning/rose/documents/ADO404.pdf> (Consultado el 15/6/2006).
- SILVÁN-FERRERO, M. P.; BUSTILLOS, A. y FERNÁNDEZ, M. J. (2004, septiembre) Género y orientación vocacional, Comunicación presentada en el 2º Congreso Hispano-Portugués de psicología (Lisboa, Portugal).

- SJØBERG, S. (2000) Science and Scientists The SAS-study, *Acta Didactica*, 1/2000, pp. 1-73.
- SJØBERG, S. (2002) Science for the Children?: Report from the science and scientists-project, *Acta Didactica*, 1/2002 (Department of Teacher Education and School Development, University of Oslo, Norway).
- SJØBERG, S. (2004) *Science Education: The voice of the learners*, Ponencia en la Conference on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe, (Bruselas, Unión Europea). Ver <http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/sciprof/pdf/sjoberg.pdf> (Consultado el 8/7/2006).
- SMAIL, B. (1991) *Como interesar a las chicas en las Ciencias de la Naturaleza* (Madrid, Servicio de Publicaciones del MEC).
- SNOW, C. P. (1959) *The two cultures and the scientific revolution* (New York, Cambridge University Press).
- STARK, R. y GRAY, D. (1999) Gender preferences in learning science, *International Journal of Science Education*, 21:6, pp. 633-643.
- SUPER, D. E. (1962) *Psicología de la vida profesional* (Madrid, Ediciones Rialp).
- TROELSEN, R. (2005) Interest in science. What is interest, why does interest emerge and how is interest put into action? Comunicación presentada en la 5ª Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Contributions of Research to Enhancing Students' Interest in Learning Science (Barcelona, 26 August - 1 September).
- VÁZQUEZ, A.; ACEVEDO, J. A. y MANASSERO, M. A. (2005) Más allá de una enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4:2. Ver <http://www.saum.uvigo.es/reec/> (Consultado el 4/7/2006).
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2005) La ciencia escolar vista por los estudiantes, *Bordón*, 57:5, pp. 125-143.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M. A. (2007) *La relevancia de la educación científica* (Palma de Mallorca, Servei de Publicacions de la Universitat de les Illes Balears).
- WILLIAMS, C.; STANISTREET, M.; SPALL, K.; BOYES, E. y DICKSON, D. (2003) Why aren't secondary students interested in physics?, *Physics Education*, 38, 4, pp. 324-329.
- YOUNG, D. J.; FRASER, B. J. y WOOLNOUGH, B. E. (1997) Factors affecting student career choice in science: An Australian study of rural and urban schools, *Research in Science Education*, 27, pp. 195-214.
- ZAMORA, J. (2004) ¿Hay una "crisis de vocaciones" científico-tecnológicas? El tránsito de la Enseñanza Secundaria a la Universidad (Madrid, FECYT).
- ZEUNER, L. y LINDE, P. C. (1997) Livsstategier og uddannelsesvalg [Estrategias de estilo de vida y elecciones educativas], (Copenhague, Socialforskningsinstituttet).

### Resumen:

### La elección de asignaturas de ciencias: análisis de los factores determinantes

Este artículo presenta un análisis de la literatura sobre las elecciones de una asignatura científica en la escuela y los factores influyentes, por la importancia que tienen las elecciones sobre la actual crisis de vocaciones científicas. Los factores que determinan las elecciones son personales, escolares y extraescolares. Entre los primeros, destacan el sexo y las actitudes hacia la ciencia y las materias escolares; ambos aspectos se discuten especialmente. Entre los segundos, la calidad de la educación científica a través de los currículos, los profesores y la equidad. Los factores extraescolares son más diversos y numerosos. Finalmente, se sugieren algunas propuestas para mejorar las elecciones de la ciencia, reforzando las intervenciones de orientación académica e innovando la educación científica con una orientación humanística.

**Descriptores:** Elección de asignaturas, vocaciones tecno-científicas, educación tecno-científica, diferencias de género,

currículo tecno-científico, expectativas laborales.

## Summary:

### Choosing science subjects: an analysis of the influent factors

This paper presents an analysis of the literature on the choices of scientific school subjects and their influent factors, as the choices are important on the present crisis of scientific vocations. The factors that influence science choices are personal, educational, and out-of-school. The most important personal factors are gender and attitudes toward science and toward school science subjects; both attitudes and gender are specially analysed. The quality of science education as implemented by curriculum, by teachers and through equity issues are some influential educational factors. There are many and diverse out-of-school factors, which stand beyond the scope of the education. Finally, some proposals are discussed to improve the students' science choices, such as empowering the educational academic counselling in school and the innovation of school science education with a humanistic twist.

**Key Words:** Career choice, techno-scientific vocation, techno-scientific education, gender differences, techno-scientific curriculum, job expectations.