

## **Género y ciencia.La educación científica**

Teresa Nuño Angós

Dpto. de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales

En este trabajo se discuten el origen y la evolución de los estudios sobre Género y Ciencia en el contexto de los Estudios Sociales de la Ciencia. También se presentan las principales corrientes epistemológicas en Género y Ciencia y los diferentes campos y problemas investigados, así como los logros, los problemas y los nuevos retos surgidos a la luz de la investigación. En relación con la educación científica se ha realizado una revisión de las investigaciones realizadas, intentando mostrar una panorámica de aquéllas llevadas a cabo en el contexto de la enseñanza de las ciencias (en etapas educativas previas a la universidad) y desde una perspectiva feminista que analiza diferentes aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. En dicha panorámica se analizan algunas investigaciones sobre diversas cuestiones didácticas tales como: libros de texto de ciencias; curriculum oculto y explícito de la educación científica; concepciones y opiniones del profesorado y del alumnado sobre la ciencia, la tecnología y sus profesionales; interacciones profesorado-alumnado en las clases de ciencias; expectativas del profesorado y del alumnado; habilidades, capacidades, intereses y actitudes del alumnado hacia la ciencia y la tecnología; elección de estudios y profesiones...

**Área de conocimiento: 205**

**Códigos de la UNESCO: 630909; 610402; 580302**

Palabras clave: *Género, educación científica, pensamiento del profesorado y del alumnado, currículo androcéntrico.*

In this paper Gender and Science studies' origin and evolution are discussed in the context of the Social Studies of Science. For that purpose, the main streams in Gender and Science epistemologies and the different domains that have been researched are also presented, as well as, the obtained goals and the problems and challenges arisen from investigation. Relating to science education a review from the field is done, trying to show a whole panoramic of researchs carried out in science education context and from a feminist standpoint which analyses different aspects of teaching and learning in science education processes. For this purpose, several topics have been researched: science textbooks; hidden and explicit science education curriculum; teachers' and pupils' images and opinions about science, technology and scientists; teacher-pupil interactions; teachers' and pupils' expectations; pupils' skills, competences, interests and attitudes towards science and technology; chosen studies and jobs...

**Area of knowledge: 205**

**UNESCO Codes: 630909; 610402; 580302**

Key words: *Gender, science education, teacher' and pupil' thinking, androcentric curriculum.*

## LOS ESTUDIOS SOBRE GÉNERO Y CIENCIA. ORÍGENES Y MARCO TEÓRICO

Los estudios sobre Género y Ciencia tienen su origen en los EEUU en los años 70. En Europa, se desarrollaron en los 80. Los *Women's Studies* confluyen con otras corrientes que se ocupan de la *crítica de la ciencia* desvelando aspectos de la actividad científica que habían quedado en la penumbra, si no en la oscuridad completa, en los estudios sobre la ciencia.

Nacen como consecuencia del encuentro de dos desarrollos de la investigación reciente que parecen independientes: *la teoría feminista* y *los estudios sociales de la ciencia*. Según Keller (1985), el segundo ha cambiado nuestro pensamiento sobre la relación entre ciencia y sociedad -sin considerar, no obstante, el rol de género- y el primero ha cambiado nuestra forma de pensar acerca de la relación entre ciencia y sociedad aunque sólo se ha interesado por la ciencia de forma tangencial. Durante la década de los 70 estas cuestiones llevaron a la crítica radical de las disciplinas tradicionales, exigiendo un importante examen de muchos de los supuestos fundamentales que aún prevalecen en psicología, economía, historia, literatura, todos los campos de las humanidades y las ciencias sociales. En los comienzos de los 80, animadas por los recientes desarrollos de la historia y la sociología de la ciencia, las feministas teóricas comenzaron a dirigir su atención hacia las ciencias naturales.

Las ciencias naturales constituyen, pues, un objeto relativamente reciente del examen feminista. Las críticas desencadenan inmensas expectativas -o temores-, aunque permanecen mucho más fragmentarias y están conceptualizadas de forma mucho menos clara que los análisis feministas efectuados en otras disciplinas. Las críticas feministas de la ciencia han evolucionado desde una postura reformista a otra revolucionaria, de unos análisis que daban la posibilidad de mejorar la ciencia que tenemos a la reivindicación de una transformación de los mismos fundamentos de la ciencia y de las culturas que le otorgan su valor. Como dice Harding:

*"Empezamos preguntando: ¿Qué hay que hacer respecto a la situación de la mujer en la ciencia?: la "cuestión de la mujer" en la ciencia. Ahora, las feministas plantean, a menudo, una pregunta diferente: ¿Es posible utilizar con fines emancipadores unas ciencias que están tan íntima y manifiestamente inmersas en los proyectos occidentales, burgueses y masculinos?: la "cuestión de la ciencia" en el feminismo"* (Harding, 1986, p.11).

Llamar la atención sobre la falta de una teoría feminista desarrollada para la crítica de las ciencias naturales no supone pasar por alto las aportaciones efectuadas por estas líneas de investigación, recientes pero prometedoras. En un periodo de tiempo muy corto, se ha reforzado, en gran medida, nuestra capacidad para captar la amplitud del androcentrismo en la ciencia y se ha conseguido una representación mucho más clara de la medida en que también la ciencia está "generizada" (es decir afectada por el género).

A continuación se discuten, siguiendo a la citada investigadora cinco programas de investigación sobre el tema y se plantean los problemas que suscitan con el fin de señalar las carencias teóricas que padece este campo. Mientras los tres primeros tipos de crítica plantean, ante todo, **cómo pueden recibir las mujeres** un trato más equitativo dentro de la ciencia y por parte de la misma, los dos últimos plantean **cómo podría utilizarse una ciencia tan**

**profundamente involucrada en proyectos masculinos característicos con fines emancipadores.**

**Los estudios sobre la equidad** han documentado la masiva oposición histórica a que las mujeres tuvieran a su disposición una educación, títulos y trabajos semejantes a los de los hombres de capacidades similares (Rossiter, 1982); así mismo, han identificado los mecanismos psicológicos y sociales mediante los que se mantiene la discriminación de manera informal, aunque se hayan eliminado los obstáculos formales.

**Los estudios sobre los usos y abusos de la biología**, las ciencias sociales y sus tecnologías han revelado de qué forma se utiliza la ciencia al servicio de proyectos sociales sexistas, racistas, homofóbicos y clasistas. Todas estos proyectos se han justificado merced a la investigación sexista y manteniendo tecnologías, desarrolladas a partir de esa investigación, que traspasan a los hombres del grupo dominante el control que las mujeres tienen sobre sus vidas (Ehrenreich y English, 1979).

En **las críticas de la biología y las ciencias sociales**, se han suscitado dos tipos de problemas (Longino y Doell, 1983): **la selección y definición de problemas**, se han inclinado con toda claridad hacia la percepción de los hombres sobre lo que les resulta desconcertante. Más aún, **el diseño y la interpretación de la investigación** se han desarrollado de forma sesgada a favor del género masculino. Otro problema diferente surge al preguntarnos por las consecuencias que estas críticas de la biología y las ciencias sociales tienen en áreas como la física y la química, en las que el presunto objeto de estudio está constituido por la naturaleza física, en vez de por seres sociales.

**Las técnicas de crítica literaria, la interpretación histórica y el psicoanálisis** se han utilizado para "leer la ciencia como un texto", para poner de manifiesto los significados sociales, los planes simbólicos y estructurales ocultos, de los enunciados y prácticas que son presuntamente neutrales con respecto a los valores, dando importancia a las metáforas sexistas que abundan en la ciencia (Keller, 1985; Merchant, 1980). En la crítica textual y en los enunciados de quienes defienden la visión científica actual del mundo, las metáforas de la política de género de los escritos de los tradicionalmente considerados fundadores de la ciencia moderna, no se leen ya como cuestiones idiosincráticas individuales, ni se consideran irrelevantes con respecto a los significados que tiene la ciencia para quienes la siguen, es más, la preocupación por definir y mantener una serie de dicotomías rígidas en la ciencia y en la epistemología ya no parece un reflejo del carácter progresista de la investigación científica, sino que está relacionada con necesidades y deseos específicamente masculinos, y quizá exclusivamente occidentales y burgueses. Objetividad frente a subjetividad; el científico como persona que conoce frente a los objetos de investigación; la razón frente a las emociones; la mente frente al cuerpo: en todos los casos, el primer elemento se asocia con la masculinidad y el último, con la feminidad (Chodorow, 1978).

Por último, existen investigaciones epistemológicas que han sentado las bases de una forma alternativa de entender cómo se fundamentan las creencias en las expresiones sociales y el tipo de experiencia que serviría de fundamento a las creencias que honramos con la denominación de "saber". Estas epistemologías feministas suponen una relación entre saber y ser, entre epistemología y metafísica alternativa a las epistemologías dominantes elaboradas

para justificar las formas de búsqueda del saber de la ciencia y las formas de estar en el mundo.

Estas cinco líneas de investigación se podrían enmarcar, según Harding (1986), en tres corrientes o epistemologías feministas: *empirismo feminista*, *punto de vista feminista* (*feminist standpoint*) y *postmodernismo feminista*. Sayers (1991) añade una cuarta: *esencialismo feminista*.

### **Empirismo feminista**

Aliado al feminismo liberal está el punto de vista de que la ciencia no es intrínsecamente sexista, y que el carácter sexista de argumentos científicos supuestamente neutrales utilizados a lo largo de la historia son más bien ejemplos de "mala ciencia", alejada de los verdaderos cánones científicos. Sostiene que el sexismo y el androcentrismo constituyen sesgos sociales corregibles mediante la estricta adhesión a las normas vigentes en la investigación científica. Según este punto de vista, el actual método científico es perfectamente capaz de realizar su promesa iluminista de proporcionar medios neutrales de examen y escrutinio crítico de las ideas recibidas, incluyendo las machistas. Como resultado de utilizar este método se afirma que ha sido posible rebatir afirmaciones científicas sexistas relacionadas con la inevitabilidad biológica de la dominación masculina (Sayers, 1991; Hrdy, 1981). Otras propuestas indican que la ciencia inevitablemente deja espacio para la existencia de prejuicios sexistas u otros. La separación epistemológica entre los hechos, la evidencia y la teoría permite que el prejuicio penetre en cada etapa de cualquier cuestión científica: desde la selección, descripción e interpretación, hasta la aplicación a la práctica. Longino y Doell afirman que:

*"es teóricamente posible que la descripción de datos se pueda revisar para minimizar el prejuicio de los investigadores... No es por lo tanto necesario dar la espalda a la ciencia como unidad..."* (Longino y Doell, 1983, p.227).

Sin embargo, el considerable avance estratégico que supone lleva a sus defensoras a pasar por alto el hecho de que, en realidad, la solución feminista empirista subvierte profundamente el empirismo. Por otro lado, un origen clave del sesgo androcéntrico se sitúa en la selección de los problemas que investigar y en la definición de lo que estos fenómenos tienen de problemático, pero el empirismo insiste en que sus normas metodológicas sólo se aplican en el "contexto de justificación" -para la comprobación de hipótesis y la interpretación de los datos- y no en el "contexto de descubrimiento", cuando se identifican y definen los problemas. En consecuencia, concluye Harding (1986): *"parece que una poderosa fuente de sesgo social escapa por completo del control de las normas metodológicas de la ciencia"*.

### **El punto de vista feminista**

Tiene su origen en el pensamiento de Hegel sobre la relación entre el amo y el esclavo y en la elaboración de este análisis aparecen los escritos de Marx, Engels y Lukás. En pocas palabras, Harding lo describe así:

*"esta propuesta sostiene que la posición dominante de los hombres en la vida social se traduce en un conocimiento parcial y perverso, mientras que la posición subyugada de las mujeres abre la posibilidad de un conocimiento más completo y menos perverso. El feminismo y el movimiento de la mujer aportan la teoría y la motivación para la investigación y la lucha política que puedan transformar la perspectiva de las mujeres en un "punto de vista" -un fundamento, moral y científicamente preferible, para nuestras interpretaciones y explicaciones de la naturaleza y la vida social-. Las críticas feministas de las ciencias sociales y naturales, con independencia de que las expresen mujeres u hombres, se basan en las características universales de la experiencia de las mujeres, tal como se entienden desde la perspectiva del feminismo"* (Harding, 1986, pp.24-25).

Desde esta posición se argumenta que la situación de las mujeres, y no su biología, proporciona la base desde la cual poder desarrollar una nueva y mejor ciencia, que por apoyar al feminismo radical sería por tanto más holística y menos divisiva que la ciencia actual. La citada autora plantea que aunque esta tentativa de solución evita los problemas que plantea el empirismo feminista, también genera sus propias tensiones. Por un lado, las personas apegadas al empirismo se mostrarán muy reacias a aceptar la idea de que la identidad social del observador u observadora puede ser una variable importante con respecto a la objetividad potencial de los resultados de la investigación. Por otro lado, considerada en sus propios términos, la respuesta del punto de vista feminista suscita otras dos cuestiones. En primer lugar, ¿puede haber *un* punto de vista feminista cuando la experiencia social de las mujeres (o de las feministas) está dividida por la clase social, la etnia y la cultura? Las defensoras del punto de vista feminista reconocen las actuales diferencias entre mujeres de distintas clases, etnias y culturas, pero al abogar por el desarrollo de su modelo de ciencia feminista, olvidan dichas referencias e inducen, como las esencialistas feministas (cuyos planteamientos expondremos más adelante) que la experiencia a partir de la cual quieren desarrollar una nueva ciencia feminista es básicamente constante para todas las mujeres, independientemente de su tiempo, clase y cultura. Sin embargo, las mujeres en realidad se distinguen enormemente entre sí, aun perteneciendo a la misma época, lugar y clase. En segundo lugar, ¿acaso debe haber puntos de vista feministas negros y blancos, de clase trabajadora y de clase profesional, norteamericanos y nigerianos? Este tipo de consideración nos lleva al escepticismo postmodernista:

*"Quizá la 'realidad' sólo puede tener 'una' estructura desde la perspectiva falsamente universalizadora del amo. Es decir, sólo en la medida en que una persona o grupo domine todo el conjunto, es posible que parezca que la 'realidad' está regida por una serie de reglas o constituida por un conjunto privilegiado de relaciones sociales"* (Flax, 1986, p.17).

¿Cuánto más varía la experiencia de las mujeres según su tiempo, clase y cultura? Al olvidar, o no construir teorías que incluyan dichas variaciones y el lugar que ocupan en el desarrollo de la ciencia, las teóricas del punto de vista feminista tienden, sin validez, a universalizar y extrapolar etnocéntricamente su experiencia a la de todas las mujeres. Caen así en el mismo error que tanto caracteriza a la ciencia masculina a la que se oponen. Además, contrariamente a las conclusiones de la epistemología del punto de vista feminista, la experiencia de las mujeres no es una guía más segura para la ciencia que la de los hombres, en cuanto a que también se ve pervertida por la ideología y el prejuicio (Sayers, 1991).

En definitiva, vemos que estos enfoques epistemológicos precedentes parecen afirmar que la objetividad nunca ha podido ni podrá incrementarse mediante la neutralidad respecto a los valores. En cambio, los compromisos con los valores y proyectos antiautoritarios, antielitistas, participativos y emancipadores sí aumentan la objetividad de la ciencia.

## **El postmodernismo feminista**

Niega los supuestos en los que se basan el empirismo feminista, el punto de vista y el esencialismo, aunque también aparecen en el pensamiento de estas teóricas las tensiones del escepticismo postmodernista. Junto con pensadores de la corriente dominante y movimientos intelectuales, como la semiótica, la deconstrucción y el psicoanálisis, estas feministas comparten un profundo escepticismo respecto a los enunciados universales (o universalizadores) sobre la existencia, la naturaleza y las fuerzas de la razón, el progreso, la ciencia, el lenguaje y el sujeto/yo (Flax, 1986). Al igual que el deconstruccionismo, rompe con la filosofía ilustrada e insiste en que la confiada unidad de uno mismo del ego, asumida por el cartesianismo, es una ficción como lo demostraron Freud y otros, del mismo modo, la idea de que las mujeres tienen una esencia determinada biológica o socialmente, constante en cualquier tiempo, clase y lugar, es también ilusoria. La categoría de "mujer" es más bien una abstracción. Sus significantes se deslizan siempre bajo un significado. Cambian siempre como efecto de las prácticas discursivas en conflicto que producen la feminidad. Dicen que no son ni las mujeres ni los hombres, sino las prácticas discursivas que los producen, las que constituyen por lo tanto el único punto de partida verdadero de la ciencia, feminista u otra (Sayers, 1991). Este enfoque exige utilizar un fundamento adecuado para investigar las fragmentadas identidades que crea la vida moderna: feminista-negra, socialista-feminista, etc. Puede exigir que nos opongamos a los retornos fantaseados a la totalidad primigenia de la infancia, a las sociedades anteriores a las clases sociales o a la conciencia "unitaria", anterior al género, de la especie, que han motivado las epistemologías del punto de vista. Desde esta perspectiva, añade Harding (1986), las reivindicaciones feministas sólo son más aceptables y menos deformantes si se basan en la solidaridad entre esas identidades fragmentadas modernas y entre las políticas que crean. Un ejemplo de estas investigaciones es el de la psicóloga feminista británica Walkerdine (1989), quien explora la variedad de discursos entrecruzados que producen a la clase media y trabajadora, a las chicas y chicos blancos y negros. Documenta la variedad de maneras en que los niños y sus padres se ven posicionados por discursos pedagógicos centrados en los niños y en la psicología profesional, que representan a la labor doméstica de las mujeres como un juego, y por discursos sexistas que representan a los chicos como poseedores de comprensión real en matemáticas, ausente en las chicas como meras seguidoras de normas.

Este enfoque expone la falsedad del feminismo tanto esencialista como del "punto de vista", al tomar erróneamente las relaciones sociales que produce nuestra experiencia como si estuvieran "dentro" de las personas, fuera interna a nuestros cuerpos y mentes. Pero al tratar como equivalentes la producción de (y resistencia a) prácticas discursivas que prevalecen entre niños y niñas y personas adultas, no considera los distintos grados de poder disfrutados por diferentes clases, etnias-culturas y géneros. En el proceso atrae nuestra atención sobre la relatividad de las diferentes perspectivas en que se basa nuestra comprensión del mundo. Sin embargo, al hacer hincapié en eso, pierde de vista las realidades materiales que determinan distintos puntos de vista, incluyendo el prejuicio sexista. Al concentrarse en el discurso y en el lenguaje, repudia como ficticia e ilusoria toda pretendida verdad sobre la realidad material. De

este modo menosprecia la realidad biológica y social de las vidas de las mujeres que el feminismo pretende mejorar también a través de la ciencia (Sayers, 1991).

### **El esencialismo feminista**

Hace casi 60 años, la novelista inglesa Virginia Woolf (1938) observó: "*No parece que la ciencia sea asexuada: ella es un hombre, un padre y además está corrompida*". Otras personas hacen hoy observaciones parecidas, e incluso añaden que la ciencia actualmente no sólo es androcéntrica sino también destructivamente antiecológica y militarista (Mies, 1990); y que en ello incorpora equivocadamente actitudes masculinas incluyendo la evaluación dualista de la objetividad sobre la subjetividad, la competición sobre la cooperación, el individualismo sobre el interaccionismo, y el reduccionismo lineal y el análisis racionalístico sobre la síntesis multifacética y el holismo (Irigaray, 1989).

Algunas argumentan que la ciencia explota a las mujeres patentemente. En este sentido, las feministas han hecho un trabajo crucial en la última década para exponer el daño causado a las mujeres por recientes avances en la tecnología reproductiva y la Fecundación In Vitro. Plantean el desarrollo de una nueva ciencia basada en la mayor armonía de las mujeres con la naturaleza. A menudo este desarrollo, asociado al feminismo radical, se ve aliado con movimientos ecologistas y pacifistas. El esencialismo feminista puede invertir valores negativos que los detractores de las mujeres relacionan con su supuesta esencia biológica, pero también asume erróneamente que la afinidad de las mujeres con la naturaleza se produce biológicamente, más que social e históricamente (Sayers, 1991).

En definitiva, como señala Harding (1986), no cabe duda de que entre los discursos epistemológicos feministas hay tendencias contradictorias y cada uno tiene su propio conjunto de problemas. No obstante, las contradicciones y problemas no se originan en los discursos feministas, sino que reflejan el desorden presente en las epistemologías y filosofías de la ciencia dominantes desde mediados de los años sesenta. También reflejan cambios en las configuraciones de género, etnia y clase social, tanto en las categorías analíticas como en la realidad. Podríamos concluir que los estudios sobre género y ciencia comienzan investigando una profunda anomalía social en la práctica científica y llegan a poner en cuestión valores epistémicos, como la neutralidad y la objetividad, considerados postulados básicos por la concepción heredada en filosofía de la ciencia, así como por bastantes profesionales de la ciencia. Por último, antes de presentar las distintas investigaciones enmarcadas en las epistemologías feministas y realizadas en el contexto de la educación científica, discutiremos las aportaciones de Keller (1985) que nos ayudan a comprender la complejidad del *sistema ciencia-género*.

### **Sistema ciencia-género**

Evelyn F. Keller, manifiesta que el tema más inmediato para una perspectiva feminista de las ciencias naturales es la mitología popular, profundamente enraizada, que sitúa la objetividad, la razón y la mente como si fueran una cosa masculina y la subjetividad, el sentimiento y la naturaleza como si fueran una cosa femenina. En esta división del trabajo emocional e intelectual, las mujeres han sido las garantes y protectoras de lo personal, lo emocional, lo particular, mientras que la ciencia -la provincia por excelencia de lo

impersonal, lo racional y lo general- ha sido reserva de los hombres. La consecuencia de esta división no es únicamente la exclusión de las mujeres de la práctica científica, sino que esta exclusión es un síntoma de una hendidura más amplia y profunda entre femenino y masculino, subjetivo y objetivo, y desde luego entre amor y poder, un desgarramiento del género humano que nos afecta a todas y todos, en tanto que mujeres y hombres, en tanto que miembros de una sociedad, e incluso en tanto que científicas y científicos. La misma división afecta también a los términos mismos con que se ha criticado a la ciencia, ya que es la responsable de dos omisiones notables en la mayoría de los estudios sociales de la ciencia. La primera es no haber logrado advertir no sólo el hecho de que la ciencia ha sido producida por un subconjunto particular de la raza humana -es decir, casi totalmente por hombres blancos de clase media- sino también que ha evolucionado bajo la influencia formativa de un ideal de masculinidad particular. La segunda, relacionada con la primera, consiste para Keller en el hecho de que en sus intentos de identificar los determinantes extracientíficos del desarrollo del conocimiento científico, los estudios sociales de la ciencia han ignorado en su mayor parte la influencia de las fuerzas (desdeñadas por idiosincráticas y al mismo tiempo transociales) que actúan en la psique humana individual. Del mismo modo que la ciencia no es el esfuerzo puramente cognitivo que pensábamos, tampoco es tan impersonal como se creía: es una actividad profundamente personal así como social. En otras palabras, a pesar de su rechazo de la "neutralidad científica", los estudios sociales de la ciencia han proseguido su crítica en términos que apoyan tácitamente las divisiones entre público y privado, impersonal y personal, y masculino y femenino: divisiones que siguen asegurando la autonomía de la ciencia. Una perspectiva feminista nos lleva a proceder de forma bastante distinta, nos lleva a identificar estas divisiones como algo central para la estructura básica de la ciencia y la sociedad modernas. Vemos nuestro mundo dividido por una multiplicidad de dicotomías conceptuales y sociales, que se sancionan, se apoyan y definen mutuamente: público o privado, masculino o femenino, objetivo o subjetivo, poder o amor. Una perspectiva feminista de la ciencia nos enfrenta a la tarea de examinar las raíces, la dinámica y las consecuencias de esta red interactiva de asociaciones y disyunciones, que, juntas, constituyen lo que Evelyn F. Keller (1985) denomina "sistema género-ciencia". También nos lleva a preguntar cómo se informan entre sí la ideología de género y la de la ciencia en su construcción mutua, cómo funciona esa construcción en nuestras distribuciones sociales, y cómo afecta a los hombres y a las mujeres, a la ciencia y a la naturaleza.

### **Áreas y vías de estudio que concurren entre los estudios sobre género y ciencia**

A. Se ocupan de y en algunos casos refutan o combaten las *definiciones de la naturaleza de la mujer*:

- \*Quienes reconocen y subrayan las diferencias intelectuales entre mujeres y hombres y las remiten a diferencias biológicas inevitables.

- \*Quienes minimizan las diferencias y maximizan las semejanzas.

- \*Quienes reconocen diferencias *genéricas* pero afirmando que éstas han sido moldeadas por la historia y el entorno, y no son necesariamente inevitables.

B. Se ocupan de las barreras institucionales y estructurales que las mujeres han padecido (¿padecen?) en su incorporación a la tarea científica, en dos vertientes:

- \*Estrictamente sociológica.

- \*Programática y pedagógica.

C. Se ocupan del supuesto sesgo sexista de la ciencia. Y pretenden:

- \*Eliminar la "norma masculina" como medida-patrón.
- \*Investigar diferentes maneras de hacer ciencia de hombres y mujeres.
- \*Investigar los sesgos y las implicaciones sexistas de la investigación científica.

D) Se ocupan de la Historia de la ciencia, aunque las anteriores no les son ajenas:

- \*Estudio de las definiciones biológicas de la mujer de forma histórica.
- \*Estudio de las universidades e instituciones científicas y el acceso a ellas de las mujeres.
- \*Estudio de las contribuciones de las mujeres a la ciencia y al desarrollo de la humanidad.

## INVESTIGACIONES SOBRE GÉNERO Y CIENCIA EN EL CONTEXTO EDUCATIVO

La ausencia o escasa presencia de mujeres en el mundo de la ciencia, durante mucho tiempo, se consideró normal, *entre muchas otras cosas que las mujeres no podían hacer* tampoco podían ser científicas y se justificaba, bien desde planteamientos biologicistas: *"las mujeres por naturaleza no tienen capacidad para la ciencia"* o, desde postulados sociológicos: *"la "integración" de las mujeres en la ciencia, como en otras esferas de la vida social (pública), es cuestión de tiempo"*. Pero a partir de los 80, esta disfunción entre la ciencia y las mujeres ha comenzado a considerarse preocupante, sobre todo entre parte del profesorado de ciencias. Siendo algunas de las principales pioneras en este campo: Barbara Smail (1984), Jane Butler Kahle (1985), Judith Whyte (1986), Alison Kelly (1987), ...

En un principio, tras constatar el problema de la escasa presencia y participación de las mujeres en las ciencias experimentales, la pregunta era: ¿por qué no acceden las chicas/mujeres al campo de la ciencia?. Se atribuía la causa del problema a las supuestas carencias biológicas o innatas por sexo de las mujeres. Dicha hipótesis ha sido refutada por la evidencia, ya que existen, y han existido mujeres que han contribuido al avance de la ciencia a lo largo de la historia de la ciencia, tanto en la ciencia "oficial": mujeres científicas e incluso Premios Nobel, como en el desarrollo de la humanidad. En la década de los 80 se atribuyó la causa del problema a las supuestas carencias de las mujeres, fruto de la socialización diferencial por género: niño/hombre (sexo) = masculino (género) y niña/mujer (sexo) = femenina (género). Esta socialización por género desarrolla en ellas y ellos capacidades, intereses, actitudes, procedimientos etc, diferenciadas, compartimentadas y *jerarquizadas*. En nuestra sociedad se socializa a niñas y niños en un mismo mundo, pero en contextos distintos, luego su parcelación y categorización de la realidad será bastante diferente, en función de sus experiencias previas, expectativas (propias y sociales), etc., esto les lleva a mirar el mundo de manera diferente.

Desde esta perspectiva las estrategias de resolución eran dirigidas a las mujeres: *"¡Hagamos que las chicas accedan a la ciencia!"* Y se preguntaban: *"¿cómo se pueden compensar las carencias de las niñas/mujeres para que accedan y se integren en el campo de las ciencias experimentales? ¿cómo puede fomentarse en ellas el interés hacia la ciencia?"* La intervención consiguiente se enmarcaría en lo que Catalá y García (1990) denominan el *Paradigma de la Debilidad*, que, adaptado a la enseñanza de las ciencias por Mari Lires (1991), consiste en partir de unas supuestas o reales "carencias" de las mujeres para acceder a la ciencia y en establecer acciones compensatorias para que alcancen el mismo nivel que sus compañeros, sin cuestionar el modelo de ciencia. En definitiva se planteaba la menor capacidad para la ciencia de las mujeres, ya sea por cuestiones de sexo o de género.

Pero, según datos recientes, en el estado español, los resultados académicos de las alumnas son similares o incluso mejores que los de los alumnos, tanto en las enseñanzas previas a la Universidad como en la enseñanza universitaria. Por lo tanto, actualmente el sexismo no se manifiesta en los porcentajes globales de acceso a la educación o en los resultados académicos. El sexismo es un problema de desigualdad social, en la medida que un grupo social, las chicas, encuentra límites, no formales pero sí reales a sus oportunidades de acceso a determinados estudios científico-tecnológicos. En la actualidad, a la vista de los datos sobre la segregación al cursar los bachilleratos científico-tecnológicos: 13% de alumnas, frente al 52% de chicas en el bachillerato de ciencias de la naturaleza y salud, y en las carreras científico-técnicas, en torno al 30% aproximadamente, en los cursos 95-96 y 96-97 (EUSTAT, 1997 y 1998) podríamos decir que la segregación que se daba hace algunos años entre letras para chicas y ciencias para chicos, se ha desplazado y persiste entre los estudios de ciencias y de tecnología. Cabría preguntarse si la atribución de masculinidad que ha tenido la ciencia desde el siglo XVIII se ha trasladado a finales del siglo XX a la tecnología, en tanto que ésta se identifica como un instrumento de poder (Solsona, 1998). Parece entonces, que el problema estaría más en la elección fruto de la orientación y las expectativas sociales, que en unas supuestas carencias.

### **Problema e Hipótesis actuales**

En la década de los 90, otras corrientes consideran que el problema no es sólo de las chicas sino que es inherente a la propia ciencia, a la forma de enseñarla y a las expectativas familiares y sociales. Y el problema se reformula: "*¿Qué pasa con la enseñanza de las ciencias y con la propia ciencia, que las mujeres no acceden a ella?*" Y se propone que pueden existir factores de disuasión en la ciencia y en la sociedad que afectan conjuntamente a la ciencia escolar produciendo un alejamiento de las mujeres del mundo de la ciencia ya desde la escuela.

En lo referente a la ciencia escolar, investigaciones recientes (Sahuquillo et al, 1993) han puesto de manifiesto que: la enseñanza-aprendizaje de la misma no se dirige a un sujeto neutro, ni lo hace con unos contenidos y metodología equilibrados sino que, partiendo de los intereses y experiencia previa de los alumnos, diseña unas estrategias que, en la práctica, van marginando a las alumnas de las opciones científicas y técnicas, tanto académicas como profesionales. A la hora de diseñar y poner en práctica un currículo existen distintos factores que determinan las características de éste, como son: el modelo psicopedagógico del que se parte, la concepción sobre la materia que se va a enseñar, las demandas sociales etc. En el caso de las ciencias la imagen que de ellas tenga el profesorado, es decir, el modelo de ciencia que posea el profesorado es uno de los aspectos más importantes del curriculum oculto que va a influir en el diseño y desarrollo del curriculum explícito de ciencias.

### **CONCEPCIONES DEL PROFESORADO SOBRE LA CIENCIA**

La investigación didáctica reciente ha empezado a prestar atención a la visión sobre la ciencia y sobre quienes se dedican a ella que tienen el alumnado y el profesorado. Se ha empezado a evidenciar la epistemología implícita del currículo escolar de la que son vehículos directos el profesorado y los materiales curriculares.

En esta línea, existen numerosas investigaciones que estudian las concepciones del profesorado sobre: la naturaleza de la ciencia, los procesos científicos, el estatus del conocimiento científico, el cambio en el conocimiento científico, etc. (Kouladis y Ogborn, 1989; Aguirre et al., 1990; Lederman, 1992; Porlan, 1994). En ellas se ha evidenciado que el profesorado transmite una imagen deformada del conocimiento y del trabajo científico que poco tiene que ver con las recientes aportaciones de la epistemología de la ciencia. Gordon (1984) añade que esta imagen deformada presenta la ciencia como acabada, cierta y en constante avance, y a quienes la producen y practican como seres de inteligencia superior, aunque esto no es exclusivo del contexto escolar ya que los medios de comunicación y el lenguaje cotidiano también contribuyen a la difusión en la sociedad de tres grandes mitos: el progreso científico, lo científico como razonable y verdadero y la infalibilidad de las y los expertos.

Por nuestra parte, en un estudio realizado con profesorado de ciencias en formación inicial: Magisterio y CAP, y en formación permanente ESO (Nuño y Ruipérez, 1996) hemos encontrado las siguientes tendencias:

A. En relación con las concepciones sobre la ciencia se destaca su carácter *teórico-explicativo*, seguido del carácter *empírico*. Su carácter *evolutivo* es mencionado por todos los colectivos, si bien en menor proporción que los dos aspectos antes citados. El carácter *social* o *colectivo* de la ciencia es uno de los aspectos ignorados, apareciendo sólo alguna alusión entre el profesorado en ejercicio. Es decir, no consideran *la ciencia como construcción social*. También son prácticamente ignorados, excepto algún caso aislado entre el profesorado, los aspectos *creativos*. Apenas se detectan concepciones estereotipadas sobre la ciencia, aunque, cuando aparecen, se dan en mayor medida entre el alumnado del CAP. En cuanto a la variable género, y teniendo en cuenta que no se realizó un análisis estrictamente cuantitativo (51 mujeres y 32 hombres), el carácter *teórico-explicativo* de la ciencia se pone más de manifiesto en las respuestas del colectivo masculino; mientras que en el carácter *empírico* apenas se observan diferencias. El carácter *evolutivo* es citado en mayor proporción por el colectivo femenino.

B. En relación a las cualidades de personas que desempeñan tareas científicas, éstas corresponden mayoritariamente a las categorías que denominamos: *actitudinales*, *intelectuales* y *procedimentales*, siendo las primeras las más citadas; mientras que las relativas a aspectos *vocacionales* y de *relación social* aparecen en menor proporción, lo cual coincide con las escasas alusiones al carácter social de la ciencia encontradas en la pregunta anterior. De todo ello, podría derivarse una concepción estereotipada del trabajo científico como tarea individual y que implica personas con "cualidades humanas excepcionales". En relación con los aspectos menos citados, el social y el vocacional se observan algunas diferencias por niveles siendo el profesorado el que hace mayor incidencia en lo social-colectivo y el alumnado en lo vocacional. En un número relevante de respuestas se observa la utilización del masculino, a pesar de que en la pregunta se solicitaban cualidades de personas dedicadas a tareas científicas, lo que induce a pensar que existe implícitamente la asociación: profesional de la ciencia = científico (hombre).

C. En la cuestión relativa a las valoraciones del papel de la ciencia en la sociedad se recogen aspectos positivos y negativos. Aunque los profesores citan más inconvenientes que ventajas, tanto ellas como ellos emiten, en pequeña proporción, algunas valoraciones neutras.

En el alumnado tres cuartas partes de sus valoraciones recogen aspectos positivos. El papel desempeñado por la ciencia en la vida de las personas en relación con la mejora de la calidad de vida y el confort es el más citado, seguido en menor escala del progreso y desarrollo. Por lo que respecta a la variable género, se observa, por parte de las alumnas, una tendencia a valorar la contribución de la ciencia a la mejora de la calidad de vida y salud de las personas, frente a una mayor valoración de las aplicaciones tecnológicas y de progreso por el colectivo masculino. Ocurriendo lo contrario entre el profesorado. En lo relativo a los aspectos negativos hacen referencia mayoritariamente a la mala utilización de la ciencia y al consiguiente deterioro ambiental. En los dos colectivos se alude explícitamente, en pequeña proporción, a los inconvenientes de las aplicaciones bélico-destructivas de la ciencia. En relación con la variable género no se encuentran diferencias significativas al sopesar los inconvenientes, a excepción de la mayor importancia dada por las alumnas a los daños causados al medio ambiente y por los alumnos a la mala utilización de la ciencia. En general, podríamos concluir que se observa una tendencia a considerar la ciencia como positiva y necesaria para el ser humano, siendo la mala utilización de esa ciencia la que resulta perjudicial para la vida de las personas y el medio natural, y olvidan quién es y ha sido el sujeto que produce, aplica y utiliza la ciencia.

Resultados similares fueron encontrados por Abell (1994) en un estudio realizado con profesorado en formación inicial. Los resultados apuntan a una visión de la naturaleza de la ciencia dominada por una perspectiva de *realismo ingenuo*. Quienes se referían a los procesos tenían un punto de mira *positivista*. Quienes hablaban de descubrimiento se sitúan a caballo entre el *realismo ingenuo* y el *inductivismo*. Quienes mencionaban el carácter explicativo de la ciencia tenían un visión de la misma como libre de la imaginación o la invención humanas, concentrándose, tan sólo, en comprender los por qué y los cómo sobre el mundo natural. Sólo un 2% hacía alusión a los aspectos creativos y veían la ciencia como un todo, el modo en que comprendemos el mundo. Además, aunque se referían al cómo y por qué de la ciencia, sabían muy poco sobre su naturaleza y sus teorías, ni cómo se desarrollan y aceptan, ni cómo sirven para organizar el conocimiento y guiar la investigación, ni su valor predictivo; presuponían que el conocimiento emerge directamente de la observación y que los experimentos prueban el conocimiento adquirido. Ignoraban, también, los aspectos sociales de la ciencia, no aludían al papel de la comunidad científica, ni a sus fallos, prejuicios, emociones, creencias o dilemas éticos. Un pequeño porcentaje manifestaba que el propósito de la ciencia es social. Para Abell (1994) "*en conjunto ofrecen una visión de la ciencia como búsqueda individual y de las personas científicas como amplificadores a través de los cuales fluye directamente la voz de la naturaleza*".

Por tanto, la formación del profesorado debería incluir la reflexión hecha desde las corrientes críticas de la filosofía de la ciencia con una perspectiva de género. De este modo se configuraría una visión de la ciencia menos rígida, más contextualizada e interrelacional, que se aproxime más a lo real y a la vida cotidiana del alumnado, evidenciando los aspectos sociales de su construcción y consecuencias de su uso, de modo que todo el alumnado descubra y comprenda algunas de las interacciones críticas entre ciencia, tecnología y sociedad, que no disuada a las mujeres de la formación y producción científica. Todo ello contribuiría a una mejora de la calidad de la educación científica en beneficio de las alumnas y de los alumnos.

## CONCEPCIONES DEL ALUMNADO SOBRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Las concepciones del alumnado sobre las interacciones CTS han sido también bastante investigadas en didáctica de las ciencias, por ejemplo, Aikenhead (1987) con estudiantes canadienses, Solbes y Vilches (1992) con alumnado valenciano, ... Sin embargo, investigaciones realizadas en el estado español con una perspectiva explícita de género sólo conocemos la realizada por Álvarez Lires y Soneira (1992, 1994) con estudiantes de Galicia de 2º de BUP: 57% chicas y 43% chicos. En esta investigación se encontró que la concepción sobre la ciencia y las personas científicas que posee el alumnado es menos estereotipada y rígida que la que transmiten los textos y los suplementos científicos de la prensa. Aunque sólo consideran ciencias a las denominadas "duras" y consecuentemente no se aprecia la necesidad de la interdisciplinaridad, además las tecnologías no se consideran ciencia. También se pone de manifiesto la existencia de una preocupación por el deterioro de la naturaleza y cierta opinión favorable a la intervención del público en los proyectos científicos que le afecten. La percepción de la ciencia entre el alumnado rural parece más estereotipada que entre el urbano. Existen diferencias significativas a la hora de percibir la igualdad de hombres y mujeres ante la ciencia, siendo más igualitaria la visión de las alumnas. Además se obtienen resultados e interpretaciones no concordantes con los de algunas investigaciones arriba citadas, que señalaban una concepción de la ciencia mucho más dogmática que la detectada en este alumnado. Las autoras sugieren que la no concordancia puede ser debida a que en esta investigación se han incluido más variables: género, procedencia socio-económica, y pertenencia a población rural o urbana.

## MATERIALES CURRICULARES

A pesar de la variedad de recursos y materiales curriculares disponibles en la actualidad, los libros de texto siguen siendo uno de los elementos determinantes en la práctica de gran parte del profesorado. Desde una perspectiva de género, los libros de texto y material didáctico constituyen un elemento importante en la superación de estereotipos, puesto que tienen la posibilidad de mostrar al alumnado una visión más justa e igualitaria de la sociedad. A través de las ilustraciones, ejemplos, actividades, problemas, textos, etc. se puede aportar otro sistema de valores que colaboren a una nueva concepción de la persona que supere los estereotipos de género (Zaitegi y Urruzola, 1993). Por lo tanto, para la mejora de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias son necesarias también las investigaciones sobre los libros de texto de ciencias desde una perspectiva de género. En el contexto de libros de texto de ciencias en castellano y de educación secundaria se han realizado las siguientes:

A. En el Proyecto Igualdad de Elección en Acción (IDEA) (Jiménez et al., 1989) en el apartado dedicado al análisis de libros de texto y tras el análisis de 16 textos de ciencias de EGB (ciclo superior), FP y BUP se constataron los siguientes aspectos:

- En cuanto al contenido presentan una imagen sesgada (hacia el ámbito masculino) de la ciencia y de las y los profesionales de la misma. Sólo se mencionan casi exclusivamente científicos (395 científicos frente a 5 científicas). Se da un predominio de los contenidos científicos situados en un contexto abstracto, sin conexión con la vida y necesidades de las personas. Además, los contenidos en los problemas y actividades prácticas se plantean mayoritariamente en un contexto despersonalizado. Por último, en todos los textos en que se tratan los seres humanos el tratamiento no es equilibrado, sino que se presenta al hombre

como norma o patrón, y a la mujer como una "desviación" de la norma, así por ejemplo, a tratar el cuerpo humano esto se evidencia en el orden en que se presentan ambos sexos (hombre primero) o en aspectos como sexualidad, hormonas, etc.

- El lenguaje dista mucho de ser "coeducado" ya que se emplea siempre el masculino y, a excepción de dos textos, se utiliza *hombre* en lugar de *ser humano* o *persona*. En 10 de ellos, los estereotipos van más allá, alcanzando la asignación de roles, el tono peyorativo, etc.

- En las ilustraciones sucede algo similar, en todas ellas hay más hombres que mujeres. Además en 9 de los 10 en que se representan seres humanos en distintas actividades los roles siguen los estereotipos. En 7 de los 8 textos en que hay representados órganos y aparatos de los seres humanos se representan solo figuras o siluetas masculinas, excepto en el aparato reproductor.

B. Fernández y otras (1995) en un estudio posterior, realizado con libros de texto de BUP: 8 de Física y Química, 1 de Ciencias Naturales y 2 de Matemáticas y 13 libros de prácticas de física y química, obtuvieron resultados similares. La presentación y transmisión de los conocimientos se hacía de una manera abstracta, utilizando un lenguaje de especialista. La mayoría de los libros de texto presentan los fenómenos caloríficos, así como otros fenómenos físico-químicos, mediante procesos industriales o en un contexto industrial (socialmente considerado masculino) desconocido por el alumnado. Olvidan que la vida cotidiana, y en especial, el ámbito doméstico, necesariamente próximo a todo el alumnado, permiten ejemplificar estos fenómenos de una manera más fácil y eficaz. Por último, no suelen plantearse claramente qué problemas reales y qué interrogantes provocaron el estudio y la posterior formulación de las teorías científicas. No se acostumbra a mencionar el carácter colectivo de la mayoría de las creaciones científicas, atribuyendo el mérito a un sólo científico.

C. Por nuestra parte (Nuño y Ruipérez, 1997) en un estudio basado en los dos anteriores y realizado tras la implantación de la Reforma Educativa con el fin de analizar los nuevos libros de texto del Área de Ciencias de ESO, concluimos que el modelo de ciencia que se presenta en los 10 textos estudiados intenta ser más contextualizado y cercano a la vida cotidiana, aunque se vuelve más abstracto y lejano en el segundo ciclo, coincidiendo con la división de los contenidos del área en Biología y Geología por un lado, y Física y Química por otro. Con relación a esta separación de disciplinas, la más contextualizada es Biología, seguida de Química y Física, siendo Geología la más descontextualizada. En segundo lugar, del análisis de la representación de mujeres en ilustraciones y lenguaje se concluye que, aunque se aprecia un avance respecto a los citados estudios anteriores, la gama de profesiones y actividades que se ofrecen como modelo a las alumnas es mucho más reducida que la de los alumnos. En general, y teniendo en cuenta la ausencia de científicas (3 frente a 215 científicos) y de las aportaciones de las mujeres al desarrollo de la humanidad, se potencia una identificación del mundo de la ciencia con lo masculino, reforzándose la dicotomía mujeres-ciencia. También se pueden resaltar algunos otros cambios:

- En cuanto a la relevancia y conexión con experiencias previas, en los nuevos textos, aunque siguen apareciendo temas en los que se conecta más con los intereses y experiencias de los chicos, hay un intento generalizado de contextualizar los contenidos acercándose a la vida cotidiana, relacionándolos con la problemática ambiental, con la tecnología y las necesidades humanas. Pero, la forma en que se integran estas dimensiones en el currículo no

es siempre la más adecuada, ya que en muchos casos se presentan como anexos, ampliaciones, lecturas o actividades complementarias, que generalmente no se contemplan en las actividades de evaluación, con lo que de alguna forma se da prioridad a los conceptos científicos tradicionales y abstractos, frente a estos otros aspectos "transversales" que se siguen considerando de rango inferior. Los contenidos de las diferentes líneas transversales tampoco son abordados en igual medida, apareciendo sobre todo aquellos relacionados con la salud y la problemática ambiental como ampliaciones o complementos de temas de biología y de química. Los aspectos CTS aparecen en todos y suelen conectar los temas de física y química con la tecnología (aplicaciones de la radiactividad, producción de electricidad, nuevos materiales) y los de biología con implicaciones de la ciencia en la sociedad (salud, drogas, nutrición), en geología esta conexión sólo se hace en lo referente a las aplicaciones de rocas y minerales.

- En relación con el tratamiento del cuerpo humano, reproducción y sexualidad, en los 3 textos que se trata, la tendencia a presentar al hombre como norma ha disminuido notablemente respecto a estudios anteriores. Aunque la sexualidad se presenta vinculada a la reproducción. En relación a los métodos anticonceptivos, en algunos libros no se mencionan y en otros se detectan algunos errores.

- En el lenguaje, a diferencia de estudios anteriores, en ninguno de los textos analizados se utiliza sistemáticamente: *hombre*, sino que se "intenta" utilizar términos como: *ser humano, especie humana, persona, infancia, descendencia,...* Algo similar sucede en las referencias a las personas implicadas en el proceso educativo, sólo en un caso se usan de forma generalizada los términos *profesor y alumno*, mientras que en los demás o bien se eluden, o se alternan. En relación a los estereotipos sexistas no se han encontrado, aunque sí aparecen algunos ejemplos en los que se da una discriminación u ocultación de las mujeres.

- En las ilustraciones se observa un aumento de la proporción de figuras femeninas. En lo relativo a órganos y aparatos del cuerpo humano, el uso de siluetas masculinas sigue siendo mayor y es exclusivo en el caso del aparato digestivo, respiratorio, y músculos. En relación con los roles asignados a las mujeres se aprecia un cambio significativo, ya que en 7 textos se ha encontrado más de un 70% de mujeres no estereotipadas. Lo que no impide que en 9 aparezcan estereotipos y todavía en algunas ilustraciones las chicas miran pasivamente a sus compañeros al realizar un experimento. En lo relativo a los hombres la evolución no ha sido tan apreciable, ya que sólo en 3 encontramos un porcentaje superior al 50% de no estereotipados: *padre con criatura, hombre fregando, cocinando, haciendo la compra, vistiendo a un bebé en un ambulatorio*. Por último, al analizar las ilustraciones contextualizadas desde el punto de vista de la relevancia vemos que predominan las que pueden interesar tanto a ellas como a ellos (nutrición, salud, animales, paisajes, astronomía, problemática ambiental, ocio,...) seguidas de un porcentaje apreciable de aquéllas más conectadas con los intereses de los chicos (fútbol, baloncesto, ciclismo, coches, motos, satélites y naves espaciales...) mientras que son casi inexistentes las que corresponderían a intereses específicos de las chicas.

## **INTERESES, CAPACIDADES Y EXPERIENCIAS PREVIAS DEL ALUMNADO**

Numerosas propuestas constructivistas sobre el aprendizaje consideran las ideas y experiencias previas fundamentales a considerar para conseguir un aprendizaje significativo,

considerando también prioritario que los hechos a aprender sean relevantes para el alumnado y conectados con sus intereses personales. En relación con la variable género, numerosas investigaciones han mostrado los distintos intereses de chicas y chicos hacia temas de ciencias.

Según la investigación realizada en Manchester, en el marco del Proyecto Girls into Science and Technology (GIST) (Smail, 1984), sobre intereses del alumnado en relación a temas de ciencias, a los 11 años, no existía gran diferencia en cuanto al rendimiento de chicas y chicos, sin embargo, hay diferencias muy grandes en los temas que niños y niñas elegían, los más populares entre ellos y menos entre ellas eran los cohetes, los viajes espaciales y los coches. Los temas de la naturaleza eran más populares entre las chicas y tanto ellas como ellos se interesaban mucho por el cuerpo humano. En esta investigación se encontraron tendencias parecidas en cuanto al interés sobre temas a incluir en un programa de Ciencias de 1º de Secundaria, ya que antes de estudiar ciencias de manera formal en la escuela, algunas chicas y chicos tenían ideas claras sobre qué rama científica querían estudiar. A ellas no les interesaban las ciencias físicas, y a ellos no les interesaba el estudio de la naturaleza. Ambos sexos querían saber más sobre el estudio del cuerpo.

Arambula (1995) investigó la atracción de preadolescentes y adolescentes hacia las actividades manipulativas de los museos de ciencias interactivos, observando que tanto las chicas como los chicos usaban todas las exposiciones, pero, ellas preferían las relacionadas con el cuerpo humano y los puzzles, y ellos las que ilustraban principios físicos y los ordenadores, disminuyendo esta tendencia entre quienes visitaron el museo en compañía de su familia.

Además, cierto número de investigaciones, como la realizada en Dinamarca por Sørensen (1990) con estudiantes de 13 a 15 años, han evidenciado que las chicas, en un nivel superior a los chicos, prefieren relacionar los temas de física y química con fenómenos de la naturaleza, o bien que se puedan situar en un contexto personal o social. Parece que las chicas, mucho más que los chicos, necesitan una razón para interesarse en una materia, aparte de la razón intrínseca que nos hace enseñarla, por lo menos, en el caso de la física y la química. Así, la citada investigadora, con la intención de que la delimitación de los contenidos sea motivada por las posteriores utilidades de la materia, sugiere cinco áreas centrales de conocimientos y habilidades: métodos y maneras de pensar sobre la materia, cuestiones de fenómenos que nos rodean, panorama científico mundial, la vida y el entorno, la tecnología.

En una investigación realizada por Adamson y otras (1998) con estudiantes de 1º a 6º en Atlanta, y en un contexto extracurricular de una escuela elemental, encontraron que desde edades muy tempranas, los chicos tendían a elegir proyectos de trabajo de física y química, y las chicas de ciencias biológicas y sociales. Sin embargo, el nivel de participación y de éxito en los proyectos elegidos, así como la implicación de las familias no se relacionaron con el género, por lo que las diferencias de género en las elecciones de escolares desde edades tempranas requieren una mirada más allá del currículo escolar, hacia otras fuerzas que puedan estar configurando dichas elecciones. En la citada investigación se apuntan distintos factores: el hecho de que el alumnado eligiera trabajar en grupos de 2-3 escolares del mismo sexo, lo que refleja la tendencia encontrada entre escolares a formar grupos de trabajo colaborativo segregados por sexo (Maccoby, 1990); la no percepción de las familias de las elecciones estereotipadas por género de sus hijas e hijos; los estereotipos y expectativas de género; las

diferencias en los juegos y juguetes; los comportamientos del profesorado que anima a los chicos al aprendizaje de las ciencias físicas y matemáticas y disuade a las chicas.

En lo relativo a las capacidades y experiencias previas, las chicas y los chicos cuando llegan a clase, tienen ya adquiridos unos conocimientos y unos modos de hacer y de entender. Han vivido experiencias y han hecho interpretaciones sobre ellas. Los juegos y sus actividades en casa con su familia, les hacen desarrollar una psicomotricidad y unas destrezas determinadas. En casa y en la escuela han hecho actividades relacionadas con el mundo de la ciencia, aunque a veces sin hacer la conexión reflexiva. La base manipulativa y procedimental sobre la cual después construirán los conceptos, imprescindible en el proceso cognitivo, existe y no siempre se tiene en cuenta en el aula. La diferente socialización de las chicas y los chicos hace que ese aprendizaje previo sea diferente.

En relación con capacidades tales como la viso-espacial (supuestamente relacionada con el éxito en ciencias) en las investigaciones realizadas en el marco del citado Proyecto GIST, se encontró que, a los 11 años, los resultados de los chicos en las pruebas de visualización espacial eran superiores a los de las chicas. Sin embargo, en un experimento realizado en una de las escuelas GIST, con un grupo de 60 escolares, a quienes se les hizo una prueba al comienzo y otra doce semanas más tarde, tras recibir la mitad del grupo un curso de talleres técnicos y la otra mitad uno de ciencias domésticas, se encontró que las y los escolares que cursaron asignaturas técnicas tuvieron mejores resultados en las pruebas viso-espaciales que quienes cursaron asignaturas domésticas, y las chicas del grupo técnico fueron las que más mejoraron. En estudios posteriores (Linn y Petersen, 1985; Caplan, MacPherson y Tobin, 1985; Howe y Doody, 1989) no encontraron diferencias significativas en la capacidad viso-espacial entre alumnas y alumnos de 14 a 16 años. Por lo que concluyen que la idea de que las chicas no destacan en ciencias por ser menos analíticas o más dependientes de campo no se apoya en la evidencia. En las capacidades o habilidades manipulativas las diferencias dependen de la habilidad implicada, sin embargo en las habilidades verbales las diferencias son a favor de las alumnas (Nicholson, 1987).

En cuanto a otras capacidades, también necesarias para las asignaturas de ciencias, como la capacidad de razonamiento formal, en algunas investigaciones antiguas (Graybill, 1975) se observó que esta capacidad era similar en niñas y niños de 9 años, pero a los 15 años los chicos eran mejores que las chicas. Sin embargo, Piburn y Baker (1989) manifiestan que aunque existe una consistencia relativamente pequeña entre las investigaciones realizadas al respecto, en la mayoría de las investigaciones en que se encontraron diferencias significativas a favor de los chicos se encontró que la inferioridad de las chicas se produce en las medidas relacionadas con el razonamiento proporcional. Además, las diferencias se producían más en las pruebas realizadas mediante entrevistas clínicas, que en las de lápiz y papel, así como en aquellas que implicaban contenidos no familiares. Otras investigaciones también han encontrado que las diferencias aumentan con la edad (Ericson y Ericson, 1984) sin embargo los aspectos en los que existen diferencias apreciables son los relacionados con situaciones cuyas esferas de experiencia son diferentes, así las niñas responden mejor a problemas relacionados con la cocina, la nutrición, el cuerpo humano, etc. y los niños con los de electricidad, motores, movimiento de coches, etc., en relación directa con los juegos y juguetes utilizados y los hábitos adquiridos por unas y por otros. En este sentido, en una investigación (Toh, 1993) realizada con estudiantes de Singapur de 13 años sobre resolución de problemas planteados en un contexto práctico extraídos del *Assessment of Performance Unit* (APU), se encontró escasa evidencia de que el rendimiento de las chicas fuera inferior al

de los chicos. Sin embargo, si se observó una preferencia de las chicas hacia los contenidos que les resultaban familiares, ya que en estos contextos las chicas obtuvieron mejores resultados que los chicos. Por lo que, muchas de las diferencias encontradas pueden tener su origen en las diferentes experiencias previas y habilidades desarrolladas por las chicas y los chicos.

En lo relativo a las experiencias previas Piburn y Baker (1989) señalan que en el *National Assessment of Educational Progress* se relataba que las chicas de 13 a 17 años habían tenido menos experiencias científicas que los chicos en todas las categorías. Además, las chicas tienen menos experiencias en las que se utilicen aparatos científicos y experimentan menos con materiales. Una evidencia de todo esto es que el profesorado de ciencias a los alumnos les proporciona instrucciones para llevar a cabo un proyecto, mientras que a las alumnas le enseña cómo hacerlo si no se lo hace (Hall, 1982). En lo que respecta a las experiencias previas con instrumental de laboratorio en las investigaciones realizadas en el marco de los ya citados proyectos: GIST (Smail, 1984) e IDEA (Jiménez et al., 1989) se obtuvieron los siguientes resultados:

Con relación al material de laboratorio, hay más chicos que han utilizado la brújula y el cronómetro, tanto en clase como fuera de ella, y más chicas que no los han utilizado. En el microscopio también es mayor el número de chicos que lo ha utilizado, aunque las diferencias no son significativas; la balanza, el termómetro y la cinta métrica han sido más utilizados por las chicas, fuera de clase. Por tanto, la experiencia previa o el entrenamiento en el uso de algunos instrumentos es distinto entre el colectivo de chicos y el de chicas. Lo que sitúa a las chicas en inferioridad de condiciones al iniciar el aprendizaje científico escolar y la manipulación de instrumentos de laboratorio.

En lo relativo a las actividades domésticas (aspecto sólo analizado en el proyecto IDEA), la mayoría de las chicas han realizado muchas más veces que los chicos esas tareas. Pero colocar un enchufe, reparar un pequeño electrodoméstico, utilizar un destornillador o unos alicates, fuera de clase, lo han hecho muchas más veces los chicos. Todo ello indica que también a esta edad (14-16 años) se establecen diferencias en el ámbito doméstico. Naturalmente es difícil esperar que no realicen opciones estereotipadas por género quienes están inmersas en un ambiente que asigna roles diferenciados según el sexo. En relación a las cuestiones referidas a tareas realizables tanto en clase como en casa, en todas se encuentran diferencias significativas y en la dirección del estereotipo, más niñas han cosido botones y más niños han tenido experiencia en todo lo demás (uso de herramientas), tanto en clase como fuera de ella.

## **INTERACCIONES EN EL AULA, TRABAJOS PRÁCTICOS Y AGRUPAMIENTOS**

Cuando pensamos en el trato que establecemos cotidianamente con nuestro alumnado nos parece que no hacemos ningún tipo de diferencia entre alumnas y alumnos, pero una observación más detallada de las interacciones en el aula nos aporta datos que no esperábamos. Las chicas reciben menos sanciones verbales y son los chicos los que reclaman más nuestra atención en cuestiones de disciplina. Ellos también reclaman más nuestra atención desde un punto de vista intelectual. Contestan más veces y más rápidamente que las alumnas a preguntas formuladas a la clase en general, e incluso se pueden saltar el turno cuando las preguntas son dirigidas, aunque sus respuestas no sean siempre las adecuadas.

Ellas cuando hablan suelen hacerlo de una manera más cuidadosa y precisa y con más relación a la pregunta formulada. Toman la iniciativa menos veces pero sus intervenciones están más estructuradas y pensadas. Además, según encontraron Sadker y Sadker (1985) el profesorado actuaba de diferente manera en función de que las respuestas fueran de chicas o de chicos, cuando ellos gritaban la respuesta sin levantar la mano, recibían un cierto reconocimiento, mientras que cuando eran ellas las que actuaban de ese modo, el profesorado tendía a reprimir el comportamiento.

Barba y Cardinale (1991) obtuvieron resultados similares en aulas de ciencias de secundaria, concluyendo que el profesorado tiende a interactuar más con los alumnos que con las alumnas, y cuando interactúa con ellas las interacciones implican cuestiones de bajo nivel, lo cual induce en ellas sensación de falta de capacidad y las aleja de las ciencias. Todo lo contrario ocurre en relación con los alumnos, reciben mucha más interacción del profesorado, incluyendo preguntas y además éstas suelen ser de alto nivel, lo que produce en ellos una sensación de seguridad en sus capacidades científicas, aproximándoles a las opciones científico-técnicas.

En Galicia, Lires y Soneira (1994) tampoco encontraron diferencias de comportamiento en clases impartidas por profesoras o profesores, la interacción de los alumnos con el profesorado era mucho mayor que la de las alumnas, así como las intervenciones no pertinentes. Las alumnas utilizaban más la intervención para demandar ayuda que ellos. En el contexto francés, Loudet-Verdier y Mosconi (1996) analizando aulas de matemáticas de 4º de primaria y ciclo 1º de secundaria, confirman los resultados obtenidos en otros países, sin embargo, se encontró que la desigualdad parece más neta en las clases conducidas por profesoras, que en las conducidas por profesores, aunque las diferencias son muy sutiles.

Como indican Fernández y otras (1995) recientes investigaciones psicológicas confirman que la mayor o menor rapidez o protagonismo en el alumnado no está asignada de una manera innata a ningún sexo, sino que se van consolidando y formando, al igual que el género, a lo largo de la socialización. Este factor, junto a la imagen que ofrecemos en nuestras clases, ayuda a consolidar la inseguridad y desconfianza de las chicas en sus capacidades científicas y en su papel de observadoras pasivas. Simultáneamente, se potencia el papel dominante y activo de los chicos y la seguridad en sus capacidades científicas. Para Morissette y Gingras (1991), las estructuras afectivas e intelectuales del alumnado se adquieren o se modifican según las experiencias vividas y las interacciones establecidas en un ambiente favorable o desfavorable, acompañadas de los estímulos correspondientes. Por lo tanto, las diferentes interacciones vividas por los chicos y por las chicas en las clases de ciencias pueden servir de estímulo y refuerzo continuo para los alumnos y de distanciamiento para las alumnas.

Como hemos visto, se dan interacciones diferentes entre el profesorado y el alumnado, según se trate de chicas o chicos. Esto no sólo ocurre en las clases sino que se hace extensivo a las interacciones en los trabajos prácticos. Según distintas investigaciones: Proyecto *GIST*, Proyecto *IDEA* y Solsona (1998) (seguimiento de la experimentación del Proyecto *Ciencias 12-16*, en centros de Cataluña), los alumnos tienen tendencia a acaparar el material o aparatos comunes de toda la clase; tienen una actitud más activa en la realización de experiencias y presentan más interés, de entrada, en aparatos y máquinas. Interaccionan de una manera ininterrumpida con los instrumentos y aunque se equivoquen a la hora de seguir

los pasos del procedimiento, consiguen finalmente obtener algún tipo de resultado, probando las veces que sea necesario. Se diría que están más predispuestos a hacer cosas, a manipular, aunque a veces de una manera un tanto irreflexiva, ya que no suelen planificar las acciones a realizar en los trabajos prácticos, predominando la acción y una excesiva rapidez. Prestan menos atención que las chicas a la fase de comunicación y evaluación de los resultados obtenidos en los trabajos prácticos. Las chicas se muestran a menudo menos activas, poco arriesgadas en aparatos potencialmente peligrosos, e incluso menos interesadas. También tienen una actitud más reflexiva, menos movida y cuidan más el material. Ponen más interés en la lectura atenta de las instrucciones y en la confección de los informes y quizá prestan demasiada atención a detalles y factores colaterales, esto puede interferir en la consolidación y el uso generalizado de este tipo de procedimientos. Sin embargo, en la citada investigación de Solsona (1998) se encontró que un grupo importante de alumnas eran habilidosas en el manejo de aparatos de lectura directa y en la realización de las medidas de precisión habituales en la ESO (temperatura con termómetros, enrase de líquidos en matraces aforados y el uso de pequeñas cantidades de líquidos con cuentagotas), mientras que en el grupo de chicos era desigual el uso de este tipo de habilidades, no observándose un comportamiento homogéneo entre ellos. En el campo de la influencia del contexto en el proceso de aprendizaje, la citada investigadora resalta que para las alumnas, es tanta la importancia que adquiere la contextualización (por ejemplo en la construcción de maquetas), que en algunos casos dificulta el paso del objeto a la sustancia o al modelo que se intenta explicar o representar mediante la construcción de maquetas.

Por lo que respecta al profesorado, hay que decir que con las chicas frecuentemente se adopta en el laboratorio una actitud más paternalista, ayudándoles a acabar las prácticas o a hacer los montajes, mientras que se anima a los chicos a superar solos los retos.

Se han realizado distintas investigaciones para averiguar como opera la dinámica de género en los grupos de estudiantes, Kempa y Aminah (1991) descubrieron que para crear un ambiente favorable a la participación de las chicas en los trabajos de ciencias, en el grupo debe haber una masa crítica de chicas. Una chica sola en un grupo con dos o tres chicos es probable que quede apartada de las actividades del grupo. Esto se corresponde con los descubrimientos de Licht y Dweck (1983) sobre la incapacidad adquirida de las chicas. En tal caso, la chica, como se sentirá no-participante, es poco probable que se beneficie de la interacción entre los otros miembros del grupo.

Taber (1991) reporta una investigación llevada a cabo en 2º de una escuela comprensiva de Essex, en la que se compararon resultados y actitudes de chicas y chicos en clases mixtas y en clases agrupadas por sexo, y como en otras investigaciones se obtuvieron resultados ambiguos. No se obtuvieron grandes cambios en las actitudes de las chicas hacia la ciencia y el rendimiento de ambos sexos continuó siendo similar. Pero, algunas chicas manifestaron que trabajaban mucho mejor en un ambiente tranquilo, sin chicos que hicieran perder el tiempo en la clase por su mal comportamiento, y sin chicos que les interfirieran en sus experimentos.

En este sentido, coincidimos con Solsona (1998) y otras investigadoras, al plantear la posibilidad de establecer agrupaciones de un sólo sexo en centros coeducativos, como una estrategia educativa temporal para reforzar aspectos del aprendizaje que puedan presentar especial dificultad para ellos o ellas. Tales como organizar para las alumnas temas relacionados con la electricidad, la electrónica y los motores y para los alumnos planificación

y comunicación de resultados de experimentos o trabajos prácticos, limpieza y cuidado del material de laboratorio. De la misma manera que esperamos aprendizajes significativos finales parecidos de dos chicas con estilos cognitivos diferentes, también cabe esperar aprendizajes significativos de una chica que haya desarrollado de manera preferente unas determinadas habilidades o de un chico que haya desarrollado otras, de forma que ambos acaben completando un conjunto de estrategias que les permitan ser competentes para realizar los futuros aprendizajes científicos.

## **ACTITUDES Y ELECCIÓN ACADÉMICA Y PROFESIONAL**

En el campo de las actitudes del alumnado hacia la ciencia y su enseñanza, Beyer y Reich (1987) en una investigación realizada en Dinamarca sobre roles sexuales y enseñanza de la física, encontraron que al experimentar un programa organizado para aumentar la motivación de las chicas hacia la física, obtuvieron un crecimiento de la motivación tanto en chicos como en chicas, pero en casos que esperaban que el alumnado explicase fenómenos cotidianos utilizando conceptos físicos tuvieron un desengaño. Pese a que el contexto más amplio y realista favorece la motivación, la resolución del problema no es más fácil. Además, observaron que las chicas tienden a evaluar su propia actuación, con notas más bajas que los chicos. Ellas, generalmente, creen que han de tener una comprensión exhaustiva de una materia antes de poder pasar a otra nueva, mientras que a ellos no les importa pasar a nuevos problemas antes de haber entendido los viejos, y este sistema de aprender da buenos resultados a la larga. Las chicas, en una proporción más alta que los chicos, buscarán primero la seguridad intentando hacer lo que creen que es correcto, o sea, lo que creen que su docente espera que hagan. Esto provoca en general un aprendizaje memorístico y hace que, en muchos casos, no alcancen una visión general de la materia. Además, tanto padres y madres, como docentes y amistades suelen aceptar sin grandes problemas que una chica no entienda la física. El hecho de que todo lo que les rodea no espera de ellas que entiendan la física, confirma la sensación que ya tienen ellas de que no la entienden. Esta falta de confianza en sus propias capacidades hacia la física, hace que tengan experiencias menos positivas que los chicos en relación con los procesos de aprendizaje que hemos descrito.

En relación con los intereses y actitudes hacia la tecnología en la adolescencia, a los 13-14 años, en una investigación de ámbito internacional realizada en 11 países (Terlon, 1990) se encontró que tanto ellas como ellos tienen una actitud positiva hacia la tecnología, aunque las chicas manifiestan menor interés hacia la misma, ya que la perciben de una manera menos positiva y menos precisa que ellos. Sin embargo, ellas, como grupo, mantienen la convicción de que son tan capaces y hábiles como ellos y que pueden desempeñar las mismas profesiones. Aunque, conviene resaltar que esta declaración no se correlaciona con la elección de profesiones a nivel personal. Además, en contra de lo obtenido en investigaciones realizadas sobre todo en países anglosajones (EOC, 1982) que encontraban a los chicos más estereotipados que a las chicas en lo relativo a la competencia intelectual y a las elecciones profesionales, en esta investigación los chicos no eran más conservadores que las chicas, muchos de ellos manifestaban que no existen profesiones masculinas o femeninas, que las chicas son igual de capaces de desarrollar profesiones técnicas, aunque las profesiones que describen para sí mismos, en el futuro, y su vida familiar sean muy tradicionales. Las chicas se imaginan su futuro en profesiones consideradas femeninas, con un cambio significativo en relación con sus madres. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en un estudio realizado en Cataluña (Mirandes et al., 1993) en el que se pretendía analizar la evolución de

las expectativas del alumnado con la edad, 6º y 8º de EGB y 3º de BUP. En relación con sus futuras profesiones, predominaban quienes escogían profesiones estereotipadas del propio género, en 6º y 3º los chicos escogían carreras típicamente masculinas más que las chicas femeninas. Además las chicas escogían más carreras no estereotipadas que los chicos, en cambio, en 8º alumnas y alumnos escogían por igual carreras estereotipadas del propio sexo (quizá por la búsqueda de identidad sexual en la adolescencia). El modelo de vida-convivencia que imaginan para su futuro es más del tipo tradicional masculino para ellos y más del tipo no tradicional femenino para ellas. En ambos casos disminuye con la edad el modelo tradicional. Hurtig (1982) en sus estudios propuso que el modelo de vida del padre en la estructura familiar tradicional puede resultar suficientemente cómodo como para que los chicos deseen imitarlo, sin embargo, el modelo de vida familiar que representan las madres puede provocar en las chicas un rechazo y la estructura familiar tradicional puede resultarles un modelo no deseable.

En cuanto a las actitudes del alumnado ante las materias optativas de ciencias y letras Álvarez Lires y otras (1993) encontraron que tanto chicas como chicos perciben las Ciencias y las Letras como compartimentos estancos del saber y sus preferencias se dirigen mayoritariamente a la opción de Ciencias, aprecian poco los temas relacionados con Política y Economía. Las chicas se reparten en grupos bastante similares entre quienes manifiestan tener mayor facilidad para las Letras, para las Ciencias o indistintamente para ambas. A una gran parte de ellas les gustaría hacer estudios de Ciencias, y en 3º de BUP elegirán de forma poco contradictoria con estas preferencias. Los temas por los que están interesadas son los relacionados con Viajes y Salud, tienen poco interés por las Letras y las Artes (dato contradictorio con la proporción de alumnas que dicen querer estudiar algo relacionado con las Letras). Los chicos, mayoritariamente, dicen tener más facilidad para las Ciencias, y por lo tanto les gustaría cursar estudios relacionados con el área de Ciencias, decantándose en 3º por dicha opción. Tienen mucho interés por el Deporte y los temas relacionados con Salud, Viajes, Ecología, Ciencia, interesándoles poco las Letras y las Artes. Con relación a qué motiva su elección, tanto ellas como ellos dicen que elegirán según su propia opinión, teniendo en cuenta las notas de cursos anteriores y sus propias aptitudes, consideran muy poco las opiniones externas. También coinciden al expresar que eligen por gusto (aunque ellas puntuaron mucho más alto), y no por ser fácil, sino porque la necesitan para los estudios que piensan hacer, no tienen intención de cambiar de opción y a ellas no les preocupa si su elección es adecuada o no para una mujer y a ellos les sucede lo mismo con respecto a un hombre. Sí les preocupan las salidas profesionales pero el dinero que podrán ganar les preocupa menos a ellas que a ellos.

Duru-Bellat (1996) aporta resultados obtenidos en Francia concordantes en algunos aspectos con los anteriores donde las diferencias frente a la elección de orientación aparecen en las chicas como la resultante de procesos de autoselección (menor confianza en su nivel científico), de imagen de las disciplinas científicas y de motivaciones profesionales más volcadas hacia la utilidad social que hacia el prestigio y la remuneración. Desde esta perspectiva, las opciones de las alumnas parecen racionales, aunque se funden en creencias erróneas, ya que se sienten a la vez menos competentes en las materias científicas y perciben las profesiones correspondientes como masculinas y difíciles para ellas. Estas y otras investigaciones, así como las estadísticas nos informan que las chicas obtienen calificaciones iguales o superiores a sus compañeros en asignaturas de ciencias, pero llegado el momento de escoger, elegían más opciones de letras, aunque en la actualidad la segregación se ha desplazado de ciencias (chicos)/letras (chicas) a técnicas (chicos)/ciencias de la salud (chicas).

Conviene, por tanto, replantear las investigaciones a la vista de este nuevo tipo de segregación.

Skog (1987), en una investigación que realizó comparando las chicas que optan por asignaturas que tienen poca tradición entre ellas (física y matemáticas) y las que optan por biología y química (asignaturas que más escogen las chicas), señala que las razones de las diferencias por género encontradas en la elección de asignaturas se pueden describir como causadas por factores externos (apoyo familiar, organización escolar...) o bien por factores internos (capacidades, valores, actitudes...). Algunas explicaciones plantean que el hecho de que las chicas eviten asignaturas de ciencias "duras" se contempla como una consecuencia de las características femeninas (ser emotiva y personal, tener mentalidad dirigida a cuidar...) y la atracción de los chicos hacia estas materias se explica como una consecuencia de sus rasgos masculinos (ser operativos, impersonales, mentalidad dirigida a la obtención de objetivos...). Pese a ello, la citada investigadora acusa a estas explicaciones de simplificar y limitar la comprensión del comportamiento de ambos sexos a la hora de escoger, ya que se concentran en la media de cada sexo, y de esta manera esconden las diferencias entre individuos del mismo sexo (Kelly, 1982). Con la intención de evitar ese problema, en la citada investigación llevada a cabo con alumnas de escuelas de secundaria noruegas, el enfoque utilizado fue comparar las características que distinguen a las alumnas que eligen ciencias "duras" de las que cursan asignaturas de ciencias de la naturaleza, con la intención de mejorar la comprensión de la atracción de las chicas hacia este tipo de estudios, o de su inhibición de los estudios de ciencias físico-técnicas. Tomando como parámetros a observar los factores internos que pueden motivar la diferente elección, se encontró que las chicas que optan por física y matemáticas obtienen mejores resultados en las dos asignaturas de ciencias que las que escogen biología y química. Pero muchas que tienen buenos resultados en física deciden no continuar con ella. El estudio revela que hay un número de alumnas que podría tener éxito con la física si tuviesen apoyo de personas "importantes" para ellas (Honsor y Garvey, 1986). Las notas no pueden, por tanto, explicar su poca inclinación a escoger asignaturas de ciencias "duras", por lo que son precisas explicaciones alternativas. La medida de la autoestima se realizó pidiendo a las alumnas que evaluaran sus resultados escolares en comparación con el resto de la clase, obteniéndose que las que elegían ciencias "duras" acostumbraban a tener una visión más precisa de su valía, mientras que las que elegían biología y química tendían a subvalorar sus resultados. Es decir, las primeras parecen tener más confianza en sus aptitudes científicas que las otras. Estos resultados se corresponden con descubrimientos relacionados con las diferencias entre géneros relativas a la autoestima y a sus efectos en la elección de la física por parte de los chicos (Kelly, 1986). Otra explicación, que se refuerza con esta investigación, es la basada en las diferentes actitudes hacia la física. El 70% de las chicas que hacían ciencias "duras" resaltan la importancia de que sean más las chicas que se introducen en la física, frente a un 48% en el otro colectivo de chicas. El primer grupo parece tener una actitud más liberal en cuanto al papel que les ha sido asignado según el sexo, lo cual concuerda con el hecho de que estas chicas gocen de mayor autoestima y de esta manera estén menos preocupadas por ajustarse a las normas sociales. Por último, en lo relativo a la elección de futuras profesiones, las respuestas se categorizaron en dos grandes grupos: motivos profesionales y motivos sociales. Las alumnas de ciencias "duras" conceden más peso a los motivos profesionales que las otras, siendo sorprendente su tendencia a considerar las motivaciones profesionales más importantes que las sociales. No obstante no hay diferencias entre los dos grupos de chicas en lo relativo a las motivaciones sociales. Parece que las motivaciones profesionales no sustituyen a las sociales, sino que se añaden.

En un informe de la OCDE (1988) se relacionaron las elecciones de materias curriculares prematuras con las orientaciones posteriores hacia profesiones y carreras en los estudios superiores. En países con opciones escolares tempranas como Inglaterra, Estados Unidos y algunos países nórdicos, las alumnas abandonaban las materias científicas y tecnológicas a una edad en la que su capacidad de decisión está muy limitada. Por lo que el hecho de que las materias sean obligatorias hasta el final de la secundaria proporciona a las chicas más elementos de juicio para decidir, debido a un mayor desarrollo personal y un bagaje científico superior. Además, como proponen Coscojuela y otras (1991), en la investigación que realizaron sobre optatividad y sexismo en centros experimentales de Reforma en Cataluña, para evitar que en la práctica el currículo se diferencie por géneros a partir de los 12 años, es necesario, entre otras medidas (revisión desde una perspectiva no sexista de: materiales didácticos, contenidos del currículo, metodologías; sensibilización del profesorado...), que la acción tutorial desarrolle una orientación dirigida a equilibrar las tendencias de género del alumnado, modificando la orientación profesional para establecer mecanismos que modifiquen planteamientos estereotipados en alumnas y alumnos respecto a sus potencialidades.

## **ACTITUDES Y EXPECTATIVAS DEL PROFESORADO EN LA ORIENTACIÓN ACADÉMICA Y PROFESIONAL**

Hemos visto que existe una interacción diferente del profesorado con el alumnado, según sean chicos o chicas, tanto en el aula como en el laboratorio. Una de las causas de esta diferente interacción es que ambos colectivos tienen distintas expectativas de las capacidades científicas y perspectivas profesionales de las chicas y los chicos. Las actitudes y expectativas del profesorado influyen en la metodología empleada en el proceso de enseñanza-aprendizaje y se canalizan a través de las distintas relaciones interpersonales que se establecen en el aula.

Ciñéndonos a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en el marco de la ya citada investigación realizada por Álvarez Lires y Soneira (1994), al analizar las actitudes del profesorado respecto a alumnas y alumnos en el aula, el laboratorio, etc., se encontró que los resultados reflejan la persistencia de estereotipos en lo relativo a las tareas que se encomiendan a unas y a otros, sus expectativas, etc. Reflejan también la realidad de las aulas, en cuanto al protagonismo masculino. Son los chicos los que acaparan la atención del profesorado, quienes más alborotan, y los que protagonizan la mayoría de las acciones. Las chicas son las que sacan mejores notas. Además, las chicas y los chicos se colocan en aulas, grupos, patios, etc. en grupos separados según el sexo. Las relaciones afectivas se establecen fundamentalmente entre personas del mismo sexo: las chicas tienen amigas y los chicos amigos.

Todos estos estereotipos existen en nuestra sociedad, pero ¿hasta qué punto se plasman en las evaluaciones y en la orientación académica y profesional que implícita o explícitamente realiza el profesorado? Una de las investigaciones más citadas en la literatura es la de Margaret G. Spear (1984) en la que se encontró que el profesorado de ciencias de secundaria en Inglaterra puntuaba más alto el mismo examen cuando estaba firmado por un chico, que cuando era de una chica, y, además, tenía mayores expectativas puestas en ellos que en ellas, de acuerdo con sus juicios sobre las potencialidades científicas de ellas y ellos. Esta investigación fue replicada por Mirandes y Tarín (1991) en institutos de Barcelona encontrando que en los exámenes de nivel medio el profesorado tendía a calificar más alto a

los alumnos, mientras que en los de niveles alto y bajo no se encontraron diferencias en las calificaciones. En concordancia con el estudio de Spear (1984), las diferencias por sexo eran muy marcadas en la orientación de carreras de ciencias, a los chicos se les orientaba a: Físicas, Ingeniería, Arquitectura, Ciencias Exactas y carreras técnicas, y a las alumnas a: Biología, Medicina, Veterinaria y Ciencias de la Salud. Sólo Químicas fue recomendada por igual. Parece que existe una predisposición entre el profesorado de ciencias a identificar las aptitudes científicas como aptitudes masculinas, lo que puede reforzar la identificación sexualmente estereotipada del alumnado. Las expectativas del profesorado suelen ser profecías que influyen en el resultado previsto (Spear, 1987).

Sin embargo, conviene destacar que el profesorado no suele ser consciente de sus sesgos de género y los efectos que producen en su alumnado, por lo que estos sesgos resultan muy resistentes al cambio. Los resultados de la investigación sobre el profesorado realizada en el proyecto IDEA indican que ante la cuestión de cómo explican la escasa presencia de alumnas en las ramas científico-técnicas atribuyen el problema a la falta de información, al temor a no ser contratadas, a los estereotipos y a la falta de interés de las propias alumnas por estas opciones, lo que denominan la "mentalidad de las mujeres". Sólo dos personas hablaron de discriminación. Niegan la influencia escolar en las elecciones estereotipadas, atribuyéndosela a la familia y a la sociedad. El profesorado basa sus afirmaciones sobre la igualdad en la escuela en que, hoy en día, existe un currículo común para chicas y chicos, confirmándose así la hipótesis de que desconoce los mecanismos por los que la discriminación opera en la escuela. En cuanto a los roles y sesgos de género aceptan su existencia, pero en otros ámbitos: familiar, social o incluso en el sistema educativo en general. Cuando se les muestran casos documentados de sesgo lo achacan a otras instancias, o lo atribuyen a la "costumbre". En consecuencia no se plantean medidas para cambiar la situación, ya que creen que en la escuela mixta no hay discriminación, por lo que no perciben la necesidad de cambio.

## **ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES**

La metodología empleada más frecuentemente en las investigaciones analizadas en este trabajo es mixta cualitativo-cuantitativa, ya que principalmente se utilizan: cuestionarios cerrados de opción múltiple y preguntas abiertas, escalas Likert, entrevistas, observación directa o mediante grabaciones en audio y vídeo de situaciones de aula. También se ha realizado investigación-acción en la mayoría de los grandes proyectos que se han presentado en este artículo, siendo menor el número de investigaciones del tipo estudio de casos.

Pensando en futuras investigaciones y estrategias, coincidimos con Rubio (1999) en que el hacer programas dirigidos a las alumnas (la mayoría de los que se han desarrollado en el marco de la igualdad de oportunidades institucional) y no hacer intervenciones paralelas con los alumnos en aquellos ámbitos que tienen más dificultades, puede acabar reforzando posiciones jerarquizadas por género en las que se siga situando a las alumnas en condiciones de inferioridad frente a los alumnos, ante la ciencia y la técnica. Plateau (1996) propone hacer también explícitas las "carencias" de los chicos y no hablar solamente de las medidas compensatorias para las alumnas. En una línea similar se manifiesta Skog (1987) al introducir un nuevo enfoque en la investigación en género y ciencia escolar: analizar colectivos de chicas que realizan opciones no estereotipadas y compararlas con las que siguen los estereotipos, en lugar de seguir comparando el colectivo de chicas con el de chicos, casos en

los que los chicos son la "norma" y los comportamientos de las chicas se consideran "desviaciones" de esa norma.

Por último, añadir que como señalan Lires y Soneira (1994) los resultados de investigaciones realizadas en otros países no se pueden transplantar mecánicamente a nuestro contexto, ya que nuestro Sistema Educativo es diferente. Por lo tanto, parece conveniente replicar o adaptar investigaciones realizadas en otros países a nuestro contexto educativo, con el fin de investigar los cambios y avances producidos desde la implantación de la Reforma.

## REFERENCIAS

- Abell, S.K. (1994). What is science?: preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 16: 475-487.
- Adamson, L.B., Foster, M.A., Roark, M.I. y Reed, D.R. (1998). Doing a Science Project: Gender Differences during Childhood. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 845-857.
- Aguirre, M., Haggerty, S. y Linder, C. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: A case study in preservice science education. *International Journal of Science Education*, 12: 381-390.
- Aikenhead, G.S. (1987). High-school beliefs about science-technology-society. III. The characteristics and limitations of scientific knowledge. *Science Education* 71: 459-487.
- Álvarez Lires, M. (1991). Ciencias Experimentales. ¿Carencias de chicas? En *La Enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales*, III Jornadas Internacionales de Coeducación, (pp.93-106). Valencia: Institut Valencià de la Dona.
- Álvarez Lires, M., Soneira, G., y Pizarro, I. (1993). ¿Cómo percibe el alumnado algunas interacciones entre ciencia-tecnología-género-sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (IV CONGRESO): 19-20.
- Álvarez Lires, M. y Soneira, G. (1994). Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Experimentales: La coeducación como meta. En *Premios Nacionales de Investigación e Innovación educativas*. Ministerio de Educación y Ciencia. CIDE. Madrid: MEC.
- Barba, R. y Cardinale, L. (1991). Are Females Invisible Students? An Investigation of Teacher-Student Questioning Interactions. *School Science and Mathematics*, 91:306-310.
- Beyer, K. y Reich, J. (1987, 1996). ¿Por qué muchas chicas se inhiben del aprendizaje de conceptos científicos en física? En C. Alemany y GASAT (Eds.), *Ciencia, tecnología y coeducación.. Cuadernos para la Coeducación* 10, (pp.95-103). Barcelona: ICE-UAB.
- Caplan, P., Macpherson, G. y Tobin, P. (1985). Do sex-related differences in spatial abilities exist?. *American Psychologist*, 40: 786-799.
- Catalá, A.V. y Garcia, E. (1990). *¿Qué quieres hacer de mayor?.* Valencia: Institut Valencia de la Dona. Generalitat Valenciana.
- Clair, R. (1996). *La formación científica de las mujeres*. Madrid: Los libros de la catarata, UNESCO.

- Chorodow, N. (1978). *The Reproduction of Mothering*. Berkeley: University of California Press. (trad. cast. *El ejercicio de la maternidad*. Barcelona: Gedisa 1984).
- Coscojuela, R., Miralles, M., Solsona, N. y Subías, R.(1991). La optatividad y el sexismo en la Reforma. *Cuadernos de Pedagogía*, 189: 56-58.
- Duru-Bellat, M. (1996). Orientación y resultados en las ramas científicas. En C. Renée (Ed.), *La educación científica de las mujeres*, (pp.71-88). Madrid: Los libros de la Catarata-UNESCO.
- Ehrenreich, B. y English, D. (1979). *For Her Own Good: 150 Years of Experts' Advice to Women*. Nueva York: Doubleday. (trad. cast. *Por su propio bien*. Barcelona: Taurus 1990).
- EOC (Equal Opportunities Commission) (1982). *EOC Research Bulletin*, 6. Manchester. U.K.
- Ericson, G. y Ericson, L. (1984). Females and science achievement: evidence and implications. *Science Education*, 68: 63-69.
- EUSTAT (Euskal Urtekari Estatistikoa-Anuario Vasco de Estadística) (1997) y (1998). *Estadística de la enseñanza (1995-96) y (1996-97)*. Vitoria: Instituto Vasco de Estadística.
- Flax, J. (1986). Gender as a Social Problem: In and For Feminist Theory. *American Studies/Amerika Studien*, Journal of the German Association for American Studies.
- Fernández, C., Mirandes, J., Porta, I., Rodríguez, M., Solsona, N. y Tarín, R.M. (1995): Una mirada no sexista a las clases de ciencias experimentales. *Cuadernos para la Coeducación* , 8. Barcelona: ICE-UAB.
- Gordon, D. (1984). The Image of Science, Technological Consciousness and Hidden Curriculum. *Curriculum Inquiry*, 14: 367-400.
- Graybill, L. (1975). Sex differences in problem solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 12: 341-346.
- Hall, R. (1982). *The classroom climate: A chilly one for women?* Washington, D.C.: Project on the Status of Women.
- Harding, S. (1986). *The Science Question in Feminism* . England: Milton Keynes, Open Univ. Press. (trad. cast. *Ciencia y feminismo*. Madrid: Morata 1996).
- Honser, B. y Garvey, H. (1986). Factors that affect nontraditional vocational enrollment among women. *Psychology of Women Quarterly*.

- Howe, A.C. y Doody, W. (1989). Spatial Visualization and Sex-Related Differences in Science Achievement. *Science Education*, 73: 703-709.
- Hrdy, S.B. (1981). *The Woman that Never Evolved*. Cambridge, MA.: Harvard University Press.
- Hurtig, M.C. (1982). Revue de question: L'elaboration socialisée de la différence des sexes. Roles, identité et representation de sexe. *Enfance*, 4: 283-302.
- Irigaray, L. (1989). Is the subject of science sexed?. En N. Tuana (Ed), *Feminism and Science*. Bloomington: Indiana Univ. Press.
- Jimenez, M.P. et al. (1989). *Proyecto IDEA: Elección de ramas por las alumnas de Formación profesional: factores escolares relevantes en la actual segregación y líneas de modificación*. Material inédito. CIDE, ICE Universidade de Santiago de Compostela.
- Kahle, J.B. (1985). *Women in Science*. Philadelphia & London: The Falmer Press.
- Keller, E.F. (1985). *Reflections on Gender and Science*. Yale University Press (trad. cast. *Reflexiones sobre género y ciencia*. Valencia: Alfons el Magnànim 1991).
- Kelly, J. (1982). Early Feminist Theory. *Signs*, 8: 1-28.
- Kelly, A. (1986). *Achievement, Self-Confidence and Subject Choice in Science*. Manchester: Univ. of Manchester.
- Kelly, A. (1987). *Science for girls?*. Philadelphia: Open University Press.
- Kempa, R.F. y Aminah, A. (1991). Learning interactions in group work in science. *International Journal of Science Education*, 13: 341-354.
- Kouladis, V. y Ogborn, J. (1989). Philosophy of Science: An empirical study of teachers' views. *International Journal of Science Education*, 11: 173-184.
- Lederman, N.G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29: 331-359.
- Licht, B.G. y Dweck, C.S. (1983). Sex differences in achievement orientations; consequences for academic choices and attainments. En M. Marland (Ed.), *Sex differentiation and schooling*. Londres: Heinemann.
- Linn, M. y Petersen, A. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: a meta-analysis. *Child Development*, 56: 1479-1498.

- Longino, H. y Doell, R. (1983). Body, Bias and Behaviour: A Comparative Analysis of Reasoning in Two Areas of Biological Science. *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 9: 206-227.
- Loudet-Verdier, J. y Mosconi, N. (1996). Las interacciones de docentes y alumnos en las clases de matemáticas. En C. Renée (Ed.), *La educación científica de las mujeres*, (pp.133-140). Madrid: Los libros de la Catarata-UNESCO.
- Maccoby, E. (1990). Gender and relationships: A developmental account. *American Psychologist*, 45: 513-520.
- Merchant, C. (1980). *The Death of Nature: Women, Ecology and the Scientific Revolution*. New York.: Harper & Row.
- Mies, M. (1990). Women's studies: Science, violence and responsibility. *Women's Studies International Forum*, 13: 433-441.
- Mirandes, J. y Tarín, R.M. (1991). Diferents expectatives del professorat sobre les capacitats científiques del nois i de les noies. Material inédito. U.A.B.
- Mirandes, J., Sanmartí, N. y Tarín, R.M. (1993). Diferents expectatives del professorat i del propi alumnat sobre el seu futur professional. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (IV CONGRESO): 103-104.
- Nicholson, J. (1987). *Hombres y mujeres, Hasta qué punto son diferentes*. Barcelona: Ariel.
- Nuño, T. y Ruipérez, T. (1996). Análisis de las concepciones del profesorado sobre la ciencia desde una perspectiva de género. *Revista de Psicodidáctica*, 2: 81-103.
- Nuño, T. y Ruipérez, T. (1997). Análisis de los libros de texto desde una perspectiva de género. *Alambique*, 11: 55-64.
- O.C.D.E. (1988). *La educación de lo femenino*. Barcelona: Alianza.
- Piburn, M.D. y Baker, D.R. (1989). Sex Differences in Formal Reasoning Ability: Task and Interviewer Effects. *Science Education*, 73: 101-113.
- Plateau, N. (1996). La coeducación: un largo camino a recorrer. En C. Renée (Ed.), *La educación científica de las mujeres*, (pp.61-70). Madrid: Los libros de la Catarata-UNESCO.
- Porlan, R. (1994). Las concepciones epistemológicas de los profesores: el caso de los estudiantes de Magisterio. *Investigación en la Escuela*, 22: 67-84.

- Rossiter, M. (1982). *Women Scientists in America: Struggles and Strategies to 1940*. Baltimore, Md.: Johns Hopkins University Press.
- Rubio, E. (1999). Nuevos horizontes en la educación científica. En M.J. Barral, C. Magallón, C. Miqueo y M.D.Sánchez (Eds.), *Interacciones ciencia y género*, (pp. 209-231). Barcelona: Icaria-Antrazyt.
- Sadker, M.P. y Sadker, D.M. (1985). Sexism in the schoolroom of the '80's. *Psychology Today*. March: 54-57.
- Sahuquillo, E., Jiménez, M.P., Domingo, F. y Álvarez Lires, M. (1993). Un currículo de ciencias equilibrado desde la perspectiva de género. *Enseñanza de las Ciencias*, 11: 51-58.
- Sayers, J. (1991). Política Biológica. En *La Enseñanza de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales*, III Jornadas Internacionales de Coeducación, (pp.15-24). Valencia: Institut Valencià de la Dona.
- Skog, B. (1987, 1996). Chicas racionales y la racionalidad de las chicas. En C. Alemany y GASAT (Ed.), *Ciencia, tecnología y coeducación*. Cuadernos para la Coeducación Nº10, (pp.95-103). Barcelona: ICE-UAB.
- Smail, B. (1984). *Girl Friendly Science: avoiding sex bias in the curriculum*. York: Longman, (trad. cast. *GIST. Como interesar a las chicas por las Ciencias*. Madrid: MEC 1991).
- Solbes, J. y Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones Ciencia/Técnica/Sociedad (C/T/S). *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 181-186.
- Solsona, N. (1998). Diferentes experiencias en el laboratorio: la influencia del género. *Alambique*, 16: 60-68.
- Sørensen, H. (1990, 1996). Cuando las chicas hacen física. En C. Alemany y GASAT (Eds.), *Ciencia, tecnología y coeducación*. Cuadernos para la Coeducación Nº10, (pp.95-103). Barcelona: ICE-UAB.
- Spear, M.G. (1984). Sex bias in science teachers' rating of work and pupil characteristics. *European Journal of Science Education*, 6: 369-377.
- Spear, M.G. (1987). Science teacher's perceptions of the appeal of science subjects to boys and girls. *International Journal of Science Education*, 9.
- Taber, K.S. (1991). Girl-friendly physics in the National Curriculum. *Phys. Educ.*, 26: 221-226.
- Toh, K. (1993). Gender and practical tasks in science. *Educational Research*, 35: 255-265.

- Terlon, C. (1990). Attitudes des adolescent(e)s a l'égard de la technologie: Une enquête internationale. *Revue Francaise de Pédagogie*, 90, 51-60.
- Walkerdine, V. (1989). *Counting Girls Out*. Londres: Virago.
- Whyte, J. (1986). *Girls into Science and Technology*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Woolf, V. (1938). *Three Guineas*. London: Hogarth.
- Zaitegi, N y Urruzola, M.J. (1993). *Cómo elaborar y seleccionar materiales coeducativos*. Vitoria-Gasteiz: Emakunde.