



Para citar este artículo, le recomendamos el siguiente formato:

Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9 (1). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.uabc.mx/vol9no1/contenido-vazquez3.html>

---

## Revista Electrónica de Investigación Educativa

Vol. 9, No. 1, 2007

### Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología

### Out-of-School Activities Related to Science and Technology

Ángel Vázquez Alonso (\*)  
[angel.vazquez@uib.es](mailto:angel.vazquez@uib.es)

María Antonia Manassero Mas (\*)  
[ma.manassero@uib.es](mailto:ma.manassero@uib.es)

\* Departamento de Psicología  
Universidad de las Islas Baleares

Edificio Guillem Cifre de Colonia  
Carretera de Valldemossa, Km. 7.5  
07122, Palma de Mallorca, España

(Recibido: 12 de octubre de 2006; aceptado para su publicación: 7 de febrero de 2007)

#### Resumen

El entorno natural y artificial constituye un amplio recurso educativo en cuyo marco suceden las experiencias básicas que contribuyen al proceso de desarrollo de los seres humanos. Estas experiencias son la fuente de los conocimientos previos que los estudiantes aportan a la escuela y que son clave para construir los aprendizajes escolares

científicos. Este artículo reporta los resultados de un estudio que aborda las experiencias extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología, mediante la aplicación de una lista inventario a una muestra de estudiantes que terminaron la enseñanza obligatoria (educación básica). Los resultados muestran una frecuencia global de experiencias relativamente baja, caracterizada por algunas diferencias cualitativas y cuantitativas, según algunas variables de agrupamiento como el género, la elección de asignaturas de ciencias y los diferentes temas y disciplinas científicos. A pesar de su importancia para el aprendizaje, el currículo escolar suele ignorar esta experiencia previa de los estudiantes. Finalmente, se discute el interés de estos resultados para lograr currículos de ciencia y tecnología más equitativos, desde una perspectiva de la enseñanza de la ciencia para todos y humanista.

*Palabras clave:* Antecedentes académicos, antecedentes socioeconómicos, enseñanza de las ciencias, diferencias de género, currículo de ciencia y tecnología.

## **Abstract**

The artificial and natural environment constitutes an extensive educational resource in whose framework occur the basic experiences that contribute to the development process of the human beings. These experiences are the source of the knowledge that the students contribute to the school and that are key to build the scientific school learning. This article reports the results of a study that undertakes the out-of-school experiences related to the science and the technology, throughout the application of a list of inventory to a sample of students that completed the obligatory teaching (basic education). The experiences show a relatively low global frequency, characterized by some qualitative and quantitative differences according to some grouping variables like gender and the election of science subject, and according to different topics and scientific disciplines. In spite of its importance for the learning, the school curriculum is used to ignoring this prior experience of the students. Finally, the interest of these results is discussed to achieve a curricula of science and fairer technology, from a teaching of the science for all and humanist perspective.

*Key words:* Background, educational background, socioeconomic background, science education, gender differences, science curriculum.

## **Introducción**

La reducida carga innata de los seres humanos al nacer debe compensarse con un período largo de intensa interacción con el entorno, que produce maduración y aprendizaje. Al final de este periodo se convierten en los seres más adaptables a la hostilidad del contexto. A principios del siglo XX el pedagogo americano John Dewey (1995) argumentó ya sobre la sólida y productiva relación entre la experiencia y la educación.

Desde una perspectiva educativa innovadora general, el valor educativo del entorno extraescolar como fuente insustituible de educación se reconoce ampliamente, de modo que la atención a las experiencias de los estudiantes fuera de la escuela constituye un importante complemento escolar. Mirar al entorno

como una fuente de currículo y permitir que esté presente en la escuela supone abrir ésta, afirmar la capacidad educadora del medio, el territorio y la ciudad, y superar el aislamiento crónico basado en el divorcio entre escuela y sociedad (Carbonell, 2001).

Un reconocido experto educativo como Tonucci (2004), promotor de la importancia del entorno y la ciudad como agentes educadores, sin restar importancia al papel de la escuela, sostiene que las experiencias más importantes para el desarrollo personal en la niñez y juventud se viven fuera de la escuela. Los estudiantes adquieren fuera de la escuela una cultura experiencial, anecdótica, informal y relevante para el individuo, mientras la escuela promueve una cultura pública, sistemática, organizada y relevante para la sociedad, consecuencia de la reflexión y la travesía histórica de la humanidad. La función crucial de la escuela es integrar ambas culturas, experiencial y pública, para todos los estudiantes, de modo que esta integración haga significativa y relevante la cultura pública, es decir, desarrolle aprendizajes socialmente relevantes (Pérez Gómez, 1993). En suma, una enseñanza realmente significativa debería construirse también sobre las experiencias informales de los estudiantes, que suceden previa o paralelamente a los aprendizajes escolares.

Académicamente, se suele distinguir entre la educación *no formal* y la *informal*. Aunque aún se polemiza sobre ambas, se puede afirmar que educación no formal es cualquier actividad organizada (por tanto, con la intención de educar), realizada fuera del sistema formal establecido (la escuela) y cuyo propósito es servir para el aprendizaje de clientelas identificables y objetivas (Coombs, 1973). Por el contrario, educación informal tiene un sentido más amplio, pues incluye todo tipo de actividades (incidentales, espontáneas, suplementarias, al azar, etc.) no estructuradas específicamente como educativas, pero que pueden producir aprendizajes (Sarramona, 1992).

El proyecto The Relevance of Science Education (ROSE)<sup>1</sup> es un estudio comparativo internacional que pretende identificar los factores cruciales para el aprendizaje de la Ciencia y Tecnología (CyT), desde la perspectiva de los estudiantes (Schreiner y Sjøberg, 2004). En este proyecto uno de esos factores son las experiencias extraescolares de los estudiantes, las cuales constituyen el núcleo de los saberes prácticos que los estudiantes aportan como conocimientos previos a los aprendizajes escolares. La distinción entre aprendizaje no formal e informal no es importante aquí, pues las actividades consideradas son mayoritariamente informales.

Este artículo estudia el bagaje de experiencias de los estudiantes, a partir de sus respuestas sobre una lista-inventario de actividades informales de la vida diaria, que pueden realizarse fuera de la escuela y tienen algún tipo de relación con la CyT. Analiza la relación de dichas actividades con el género de los estudiantes, la elección de materias científicas o el número de libros en el hogar. Discute su influencia e interés para la enseñanza y el aprendizaje de la CyT escolar formal.

## I. Antecedentes

Las experiencias con el mundo físico y natural son especialmente interesantes para la didáctica de las ciencias, porque yendo más allá del diagnóstico de ideas previas, permiten integrar las experiencias previas de los estudiantes en las actividades del aula. Además, proporcionan conocimientos empíricos de la naturaleza, relevantes para los aprendizajes propios de la disciplina, y diseñan el pensamiento epistemológico que condiciona el uso de las estrategias metacognitivas y de aprendizaje en CyT (ver una revisión en Campanario y Otero, 2000).

El constructivismo ha enfatizado la importancia de las ideas previas de los estudiantes, como el elemento clave que condiciona los aprendizajes posteriores. Ha desarrollado en las dos últimas décadas del siglo XX una línea de investigación sobre las ideas previas o concepciones alternativas, las cuales son, presumiblemente, consecuencia y resultado de las experiencias previas de los estudiantes, y ha generado una ingente cantidad de resultados (Driver, Guesne y Tiberghien, 1989; Duit, 2006; Hierrezuelo y Montero, 1988; Pozo, Sanz, Gómez y Limón, 1991).

La investigación constata que estas ideas existen en estudiantes de todas las edades; se repiten y se reiteran en diversos contextos históricos y culturales. Frecuentemente son opuestas a las ideas correctas de la ciencia (son científicamente heterodoxas) y, sobre todo, muy resistentes al cambio, de modo que obstaculizan decisivamente el aprendizaje científico escolar. Las ideas previas actúan como verdaderas teorías implícitas o concepciones alternativas a las teorías científicas establecidas en el currículo escolar y, por ello, constituyen un obstáculo epistemológico importante para el aprendizaje de la ciencia. Las ideas previas son el desafío más importante para la didáctica de las ciencias, y la atención a ellas se ha convertido en un lugar común de las propuestas escolares didácticas y organizativas en la enseñanza de las ciencias (Reid y Hodson, 1993).

Sin embargo, el escaso éxito de las diversas metodologías didácticas propuestas para superar las ideas previas en el aula (p. e. el conflicto cognitivo), así como algunas críticas realizadas desde una perspectiva más general y teórica al constructivismo, como filosofía y teoría general del aprendizaje (por ejemplo, la “perversidad” mental de su diseño), han contribuido a replantear más realistamente algunas metas educativas (Millar, 1989). Parece claro que las ideas previas no pueden tener otro origen que la experiencia cotidiana de los estudiantes adquirida en el desarrollo evolutivo, donde se implican habilidades cognitivas, pero también, y sobre todo, procedimentales y afectivas (Preece, 1984).

Otras líneas de investigación y numerosos trabajos han sugerido la necesidad de tomar en cuenta todas las dimensiones de la persona implicadas en el aprendizaje, especialmente la dimensión *procedimental* –saber hacer– y la dimensión *actitudinal* –aprendizaje de valores para saber ser persona– (Vázquez y

Manassero, 1998). En este último marco teórico, las variables afectivas y actitudinales, especialmente las variables relacionadas con las expectativas, los valores, la motivación, el interés, las atribuciones y las emociones, juegan un papel esencial en el aprendizaje escolar (Manassero y Vázquez, 2001; Oliva *et al.*, 2004; Vázquez y Manassero, 2007), cuya atención ha sido reclamada desde diversos foros de didáctica de las ciencias (Watts y Alsop, 2000).

En el mundo actual, los jóvenes no sólo viven en entornos configurados por el mundo natural, sino cada vez más profundamente por la presencia penetrante de diversos entornos artificiales (tecnología). Las posibilidades cotidianas de que los estudiantes tengan fuera del aula escolar experiencias significativas y relevantes, fuentes inagotables de ideas previas, son muy intensas e importantes.

En el contexto socio-cultural de los jóvenes, Doll, Prenzel y Duit (2003) estructuran tres espacios básicos del aprendizaje informal de la ciencia: la familia, el grupo de iguales (pares) y los medios de comunicación. Para los adultos, Falk (2002) añade el entorno del trabajo como cuarto espacio informal de aprendizaje de la ciencia. En una encuesta realizada por este autor, encontró que para un tercio de la muestra la *escuela* es la principal fuente de conocimiento sobre ciencia y tecnología, el *trabajo* para menos de una cuarta parte, y casi la mitad de todos los encuestados aprendieron durante su *tiempo de ocio* (a través de experiencias de aprendizaje informal, mediante Internet, leyendo revistas y libros, visitando museos, parques zoológicos y acuarios, o participando en clubes y grupos de interés especial).

Actualmente, el medio social ofrece una panoplia cultural y de ocio cada vez más atractiva de instituciones de educación no formal (parques zoológicos, museos de ciencia y tecnología, granjas-escuela, parques, escuelas de naturaleza, centros de educación medioambiental, jardines botánicos, fábricas e industrias, planetarios, observatorios astronómicos, ferias de la ciencia, etc.); así como actividades informales sobre ciencia y tecnología (talleres, clubes, asociaciones de todo tipo, centros de ocio, talleres y juegos manipulativos, etc.).

De manera paralela, la investigación en didáctica de la ciencia da una importancia cada vez mayor a la influencia educadora que tienen estas exhibiciones, donde la ciencia y tecnología se presentan informal y desenfadadamente al público general, hasta el punto de constituir hoy día, no sólo una línea de investigación pujante en todo el mundo (Benloch y Williams, 1998; Braund, Reiss, Tunnicliffe y Moussouri, 2004; Errington, Stocklmayer y Honeyman, 2001; Griffin, 1998; Jones, 1997; Medved y Oatley, 2000; Oliva *et al.*, 2004; Semper, 1990; Stevenson, 1991; Tunnicliffe y Moussouri, 2003), sino también verdaderos instrumentos de comunicación pública de la ciencia y tecnología a la sociedad (Parque de las Ciencias, 1999; Toharia, 2003).

Aunque la escuela continúa siendo una fuente importante de aprendizaje científico, actualmente, ha dejado de ser la fuente primordial de información para la mayoría de las personas. Las experiencias adquiridas fuera de la escuela

constituyen una aportación valiosa para la enseñanza y la organización de la ciencia escolar, pues influyen sobre sus resultados (Schibeci, 1989). En realidad, los estudiantes pasan tres cuartos de su vida fuera de la escuela, donde el aprendizaje, por ser informal, no se detiene y, a pesar de ello, no hay conciencia de su importancia; de hecho, la política educativa de los gobiernos no apoya al sector informal (Falk, 2002). El profesorado de la escuela tiende a olvidar la poderosa influencia de las experiencias extraescolares sobre el conocimiento, la motivación, las creencias y las actitudes hacia la ciencia (Oliva *et al.*, 2004). En este contexto, cabe esperar que la importancia de la educación informal aumente aún más, de modo que queda por delante el reto de integrar el creciente volumen de resultados y estudios, e identificar las propiedades críticas del aprendizaje no formal (en instituciones como museos y otras) para conectar adecuadamente los ámbitos de aprendizaje informal y escolar de CyT (Martin, 2004; Wellington, 1991).

La National Science Foundation (2006) define la *educación científica informal* como actividades de aprendizaje voluntarias y autodirigidas, para todos; motivadas principalmente por intereses intrínsecos, curiosidad, exploración, manipulación, fantasía, realización de la tarea y la interacción social. El rasgo más característico de la educación científica informal es la libre elección, de modo que algún autor incluso la denomina “aprendizaje de libre elección” (Falk, 2002), pues los aprendices controlan y seleccionan qué y cómo aprenden, aumentando la probabilidad de estar emocional e intelectualmente más motivados por la ciencia estudiada. Rennie, Feher, Dierking y Falk (2003) consideran que el aprendizaje científico informal es “auto-motivado, voluntario, y guiado por las necesidades e intereses de los aprendices” (p. 113).

Según Rahm (2002) el aprendizaje informal de la ciencia tiene seis características: 1) la ciencia que se enseña no está limitada a un currículo, sino que surge de las preguntas e intereses de los estudiantes; 2) el conocimiento de la ciencia no se absorbe simplemente, sino que penetra a través de las interacciones de los estudiantes entre sí y con la ciencia; 3) los ambientes informales constituyen un ambiente educativo centrado en los estudiantes y no en la ciencia; 4) proporciona una diversidad de oportunidades de aprendizaje; 5) la ciencia es accesible a los participantes; por último, 6) la ciencia informal considera contenidos más amplios que la ciencia tradicional.

Las experiencias informales no sólo son fuente de conocimientos, sino que primariamente suministran a la persona los refuerzos afectivos más elementales (logro de metas, pasión por descubrir, satisfacción de la curiosidad), esenciales para mantener el interés y la motivación hacia el objeto de la experiencia. Es aceptado, comúnmente, que el interés y la motivación no producen aprendizaje por sí mismos, pero son condiciones previas para aprender. De ahí que las experiencias relacionadas con CyT realizadas por los estudiantes sean también importantes, ya que reflejan la exposición y el contacto con la CyT. Por ello, constituyen un indicador actitudinal significativo para su aprendizaje (Eagly y Chaiken, 1993).

Los aprendizajes informales en diversos contextos como el hogar (Schibeci y Riley, 1986), la participación de los alumnos en actividades de ciencias extraescolares (Tamir, 1990), las visitas a los museos de ciencias (Lucas, 1991) son útiles para mejorar las habilidades de razonamiento científico de los alumnos (Gerber, Cavallo y Marek, 2001), afrontar el problema de la atención a la diversidad en la clase de ciencias (Jones, 1997), despertar actitudes y afectos positivos hacia la ciencia –curiosidad, sorpresa, fascinación, diversión, autoconfianza, interés, etc.– (Medved y Oatley, 2000; Rix y McSorley, 1999; Russell, 1990; Stevenson 1991); e incluso, consolidar aprendizajes científicos a través de la interacción espontánea con amigos, familia y profesores (Benloch y Williams, 1998; Semper, 1990). En suma, las experiencias informales pueden y deben ser aprovechadas como un recurso para la enseñanza escolar. Para ello, el primer paso debe ser conocerlas y no ignorarlas (Lucas, McManus y Thomas; 1986; Tamir, 1990; Rix y McSorley, 1999).

Aunque la literatura sobre aprendizaje de ciencias en contextos educativos informales (museos, centros de ciencia, clubes, etc.) es relativamente abundante, pocos estudios relacionan esas experiencias con los procesos de aprendizaje académicos escolares (Lucas, 1991). Muchos educadores se preocupan porque los currículos escolares de ciencia y tecnología son aburridos, desfasados e irrelevantes, diseñados para una minoría, en lugar de intentar dotar a la mayoría con una alfabetización, comprensión y razonamiento básico sobre CyT (Millar y Osborne, 1998). Todo esto convierte al desinterés hacia la ciencia escolar en el problema más dramático de la educación científica, pues se traduce en la huida de los estudiantes de las opciones y carreras científicas, cuando llega el momento de la elección de estudios o carreras (Fensham, 2004).

Además, la ciencia y la tecnología tienen una clara marca de género que perjudica a las chicas y que también alcanza a las experiencias previas. Las experiencias y actividades tempranas realizadas fuera de la escuela por los jóvenes podrían influir en la afinidad y el rendimiento diferencial de chicos y chicas en ciencias (Greenfield, 1996). El desinterés de las mujeres hacia las materias científico-técnicas está circularmente reforzado por el menor contacto de las chicas con experiencias previas de CyT (Keller, 1985). La descompensación de experiencias previas entre hombres y mujeres es también un factor decisivo en la elección de estudios y profesiones científico-técnicos; los chicos toman esta decisión con mayor antelación que las chicas y por mecanismos diferentes (Alemany, 1992).

En este marco teórico, el estudio las experiencias previas relacionadas con CyT pueden ser un elemento muy interesante para la enseñanza de la ciencia, porque las experiencias informales fuera del control escolar revelan las raíces de la motivación y el interés hacia la CyT de los estudiantes, y un recurso adicional para su mejora.

## II. Metodología

### 2.1. Muestra

La población objetivo del estudio ROSE es el alumnado del final de la educación obligatoria (15-16 años) de los países participantes. El cuestionario de este estudio se aplicó en una muestra opinática de 32 escuelas de las Islas Baleares (España), en uno de sus grupos del cuarto curso de secundaria seleccionado al azar, mediante el cual se obtuvo una muestra válida de 774 estudiantes, de los cuales 443 (57%) eran mujeres y 331 (43%) hombres, cuyas edades mayoritarias eran 15 (n = 466; 60%) y 16 años (n = 223; 29%), con minorías de 14 años (n = 32; 4%), y el resto edades superiores porque han repetido algún curso anterior.

Los estudiantes encuestados realizaron por primera vez la elección de asignaturas de ciencias (Física y Química y/o Biología y Geología) en el curso durante el cual se aplicaron los cuestionarios (55% están matriculados en alguna de estas asignaturas). El grupo que elige ciencias tiene aproximadamente la misma proporción de mujeres (57%) que el grupo sin ciencias y la muestra total. Un descriptor social de la muestra es el número de libros existente en el hogar de cada estudiante, medido en una escala con siete posiciones, que van desde “ningún libro” (1) hasta “más de 500 libros” (7).

### 2.2. Instrumento

El instrumento de las experiencias extraescolares en la investigación ROSE es una lista inventario de tipo Likert, denominada “Experiencias extra-escolares: Lo que yo he hecho”, formada por un conjunto de 69 frases (Schreiner y Sjøberg, 2004). Cada frase describe una actividad (véase Tabla I) que pueden haber realizado los estudiantes fuera de la escuela; aunque sus relaciones con la CyT son muy variadas, pues algunas son simplemente lúdicas (jugar, pescar), otras de entretenimiento (leer horóscopos, correo electrónico). Los estudiantes valoran la frecuencia con la que han realizado cada actividad de la lista sobre una escala de cuatro puntos, *nunca* (1), *poco* (2), *bastante* (3) y *mucho* (4).

Tabla I. Inventario de experiencias y actividades fuera de la escuela y codificación aplicada a cada categoría de respuesta

¿Con qué frecuencia has hecho las cosas siguientes fuera de la escuela?				
	Frecuencia			
	1	2	3	4
	Nunca	Poco	Bastante	Mucho
1. Intentar encontrar las constelaciones en el cielo.	36. Usar una cámara de fotos.			
2. Leer mi horóscopo (saber el futuro por las estrellas).	37. Hacer un arco y flecha, tirachinas, catapulta o bumerán.			
3. Leer un mapa para encontrar mi camino.	38. Usar una escopeta de aire comprimido o rifle.			

4. Usar una brújula para encontrar la dirección.	39. Usar una bomba de agua o sifón.
5. Coleccionar piedras diferentes o conchas.	40. hacer modelos como un barco o avión de juguete etc.
6. Ver nacer a un animal realmente (no en TV o cine).	41. Usar un equipo de la ciencia (química, óptica o electricidad).
7. Ver la incubación de un huevo.	42. Usar un molino de viento, de agua, rueda hidráulica, etc.
8. Ver a un animal amamantar una cría.	43. Grabar en el vídeo, DVD o cinta.
9. Cuidar animales en una granja.	44. Cambiar o arreglar bombillas eléctricas o fusibles.
10. Visitar un parque zoológico.	45. Conectar un cable eléctrico a un enchufe, etc.
11. Visitar un centro la ciencia o museo de la ciencia.	46. Usar una calculadora.
12. Ordeñar algún animal como vacas, ovejas o cabras.	47. Usar un cronómetro.
13. Hacer productos lácteos como yogur, mantequilla, queso.	48. Medir la temperatura con un termómetro.
14. Leer sobre la naturaleza o la ciencia en libros o revistas.	49. Usar una regla, cinta o vara para medir.
15. Ver programas de naturaleza en la televisión o en un cine.	50. Usar un teléfono móvil.
16. Recoger bayas comestibles, frutas, setas o plantas silvestres.	51. Enviar o recibir un mensaje de texto de teléfono móvil.
17. Participar en caza.	52. Buscar en Internet para información.
18. Participar en pesca.	53. Jugar con juegos de ordenador.
19. Plantar semillas y verlas crecer.	54. Usar en un ordenador un diccionario, enciclopedia, etc.
20. Hacer abono de césped, hojas o basura.	55. Descargar música de Internet.
21. Hacer un instrumento (como una flauta o tambor) con materiales naturales.	56. Enviar o recibir correo electrónico.
22. Construir cosas con alambre.	57. Crear y revisar un documento o archivo en el ordenador (por ejemplo, usar un procesador de texto).
23. Tejer, coser, etc.	58. Abrir un aparato (radio, reloj, ordenador, teléfono, etc.) para averiguar cómo funciona.
24. Levantar una tienda de campaña o un refugio.	59. Cocer pan, dulces o pasteles en un horno.
25. Hacer fuego con carbón o madera.	60. Cocinar una comida.
26. Preparar comida en una fogata o en un quemador de la estufa.	61. Caminar con un objeto en equilibrio sobre mi cabeza.
27. Separar las basuras para reciclar o recogida selectiva.	62. Usar imanes.
28. Cuidar a un familiar o amigo enfermo.	63. Usar una carretilla de mano.
29. Limpiar y vendar una herida.	64. Usar una palanca.
30. Ver una radiografía de una parte de mi cuerpo.	65. Usar una soga y polea para alzar cosas pesadas.
31. Tomar medicinas para prevenir o curar una enfermedad o infección.	66. Reparar un neumático de bicicleta.
32. Tomar medicinas de herboristería o tratamientos alternativos (acupuntura, homeopatía, yoga, curanderismo, etc.).	67. Usar herramientas como sierra, destornillador o martillo.
33. Estar en un hospital como paciente.	68. Usar un gato de automóvil.
34. Usar un microscopio.	69. Cargar la batería del automóvil.
35. Usar gemelos o anteojos.	

Nota: Este inventario es uno de los instrumentos aplicados en el proyecto ROSE.

Este cuestionario se ha usado en una forma ligeramente diferente también en la versión noruega de SISS y en diversos estudios (Sjøberg, 2000, Sjøberg e Imsen, 1987; Vázquez, 1996; Whyte, Kelly y Smail, 1987). Para un análisis más globalizado, las experiencias del inventario se han agrupado según la disciplina científica con la que se relacionan más directamente (Universo, Geología, Física, Tecnología, Química o Biología), o como actividades generales en el caso de no pertenecer claramente a alguna de las anteriores. Además, se pidió a los estudiantes que declarasen su sexo, la elección libre de una materia de ciencias y el número aproximado de libros en su hogar.

### **2.3. Procedimiento**

Previa preparación con el equipo investigador, el profesor de los grupos-clase seleccionados administró la encuesta, entre noviembre de 2002 y abril de 2003. Como variables independientes se consideraron el género, el número de libros existentes en los hogares de los estudiantes y la elección de asignaturas de ciencias en cuarto de ESO.

Para facilitar la valoración global de las frecuencias de respuestas en los ítems del inventario se usó, como medida centralizadora, la media ponderada entre las cuatro posiciones de respuesta. Las diferencias entre grupos se estudiaron mediante un análisis de la varianza, considerando la probabilidad de significación y el tamaño del efecto observado (diferencia entre las medias dividida por la desviación estándar), estadístico sobre el que se realiza la interpretación de la magnitud de las diferencias.

## **III. Resultados**

Las puntuaciones medias en toda la muestra de los distintos ítems se distribuyen bastante homogéneamente en el rango entre 1 y 4 puntos de la escala (asimetría 0.29), con una ligera tendencia a acumularse en las puntuaciones más bajas. La media de la distribución está un poco por debajo del punto medio de la escala (2.35 puntos, D.T. 0.91) y, por ello, se considera un indicador de participación en actividades ligeramente negativo.

La distribución de las puntuaciones medias es negativamente asimétrica, pues el número de ítems con puntuaciones extremas está sesgado hacia las puntuaciones más bajas; se observa un mayor número (28% de los ítems) en el intervalo más bajo (entre 1.5 y 2 puntos) que en el intervalo más alto (3 a 3.5 puntos), donde sólo están ubicados 12% de los ítems (véase Tabla II).

Tabla II. Estadística descriptiva de las puntuaciones directas para el total de la muestra.

Ítem	Media	N	D.E.	Ítem	Media	N	D.E.
G01	2.32	774	0.96	G36	3.23	766	0.77
G02	2.71	773	1.08	G37	2.13	770	1.00
G03	2.23	769	0.88	G38	1.83	772	1.02
G04	1.48	755	0.70	G39	1.81	763	0.88
G05	2.30	771	0.98	G40	1.93	769	0.89
G06	2.04	764	1.08	G41	1.74	761	0.83
G07	2.07	770	1.00	G42	1.54	763	0.78
G08	2.75	769	0.96	G43	3.24	769	0.84
G09	2.10	772	1.04	G44	2.32	769	0.97
G10	2.44	773	0.84	G45	2.90	765	1.05
G11	2.19	772	0.86	G46	3.53	773	0.71
G12	1.46	771	0.82	G47	2.83	772	0.92
G13	1.49	774	0.80	G48	2.84	772	0.88
G14	2.45	771	0.89	G49	3.26	768	0.76
G15	2.66	772	0.86	G50	3.53	772	0.77
G16	2.25	768	0.96	G51	3.48	771	0.85
G17	1.50	774	0.87	G52	3.32	772	0.86
G18	2.16	772	0.99	G53	2.99	772	0.95
G19	2.47	774	0.92	G54	3.12	770	0.92
G20	1.57	762	0.83	G55	2.75	771	1.20
G21	1.58	773	0.79	G56	2.75	766	1.18
G22	1.90	773	0.84	G57	2.94	766	1.00
G23	2.09	772	0.91	G58	2.52	773	1.03
G24	2.39	771	0.97	G59	2.45	771	0.98
G25	2.47	765	1.02	G60	2.77	767	0.93
G26	2.42	772	0.99	G61	1.90	768	0.80
G27	2.42	770	0.99	G62	2.12	768	0.83
G28	2.59	769	0.87	G63	2.10	766	0.93
G29	2.61	772	0.87	G64	1.93	766	0.86
G30	2.78	765	0.93	G65	1.74	764	0.89
G31	2.87	770	0.87	G66	2.00	772	1.00
G32	1.67	764	0.91	G67	2.65	769	0.91
G33	1.89	767	0.89	G68	1.58	769	0.86
G34	2.12	772	0.79	G69	1.58	770	0.94
G35	2.20	763	0.96				

Las actividades extraescolares más frecuentemente realizadas por los estudiantes, comprendidas en el intervalo más alto (los ítems con puntuaciones medias situados aproximadamente media desviación estándar por encima de la media total), y en orden decreciente, son los siguientes:

- 50. usar un teléfono móvil (3.53);
- 46. usar una calculadora (3.53);
- 51. enviar o recibir un mensaje de texto de teléfono móvil (3.48);
- 52. buscar información en Internet (3.32);
- 49. usar una regla, cinta o vara para medir (3.26);
- 43. grabar en el vídeo, DVD o cinta (3.24);
- 36. usar una cámara de fotos (3.23);
- 54. usar en un ordenador un diccionario, enciclopedia, etc. (3.12);
- 53. jugar con juegos de ordenador (2.99);
- 57. crear y revisar un documento o archivo en el ordenador (por ejemplo, usar un procesador de texto) (2.94);
- 45. conectar un cable eléctrico a un enchufe, etc. (2.90);
- 31. tomar medicinas para prevenir o curar una enfermedad o infección (2.87);
- 48. medir la temperatura con un termómetro (2.84);
- 47. usar un cronómetro (2.83).

El conjunto de ítems con la máxima frecuencia de actividad está claramente decantada del lado de las actividades relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación (las TIC), tales como el ordenador (Internet, juegos, diccionarios), el teléfono móvil, la cámara, la televisión y las calculadoras, que copan la cúspide de las actividades más frecuentes. La única excepción es medir el tamaño de objetos.

En la mitad inferior de las actividades más frecuentes aparecen algunas que superan el marco de las tecnologías electrónicas para entrar en una categoría más propiamente manipulativa de objetos, tales como conectar cables, medir tiempos y temperatura, cocinar, etcétera.

En el polo opuesto, las actividades menos frecuentes (cuestiones con puntuaciones medias situadas aproximadamente media desviación estándar por debajo de la media global) son más numerosas que las actividades del intervalo más frecuentes. Por orden de puntuación decreciente desde la máxima hasta la mínima son:

- 61. caminar con un objeto en equilibrio sobre mi cabeza (1.90);
- 22. construir cosas con alambre (1.90);
- 33. estar en un hospital como paciente (1.89);
- 38. usar una escopeta de aire comprimido o rifle (1.83);
- 39. usar una bomba de agua o sifón (1.81); 65. usar una soga y polea para alzar cosas pesadas (1.74);
- 41. usar un equipo de la ciencia (química, óptica o electricidad) (1.74);

- 32. tomar medicinas de herboristería o tratamientos alternativos (acupuntura, homeopatía, yoga, curanderismo, etc.) (1.67);
- 21. hacer un instrumento (como una flauta o tambor) con materiales naturales (1.58);
- 69. cargar la batería del automóvil (1.58);
- 68. usar un gato de automóvil (1.58);
- 20. hacer abono de césped, hojas o basura (1.57);
- 42. usar un molino de viento, de agua, rueda hidráulica, etc. (1.54);
- 17. participar en caza (1.50);
- 13. hacer productos lácteos como yogur, mantequilla, queso (1.49);
- 4. usar una brújula para encontrar la dirección (1.48);
- 12. ordeñar algún animal como vacas, ovejas o cabras (1.46).

La actividad menos frecuente es ordeñar un animal, una actividad que no hace muchos años era todavía frecuente en las zonas rurales, pero que hoy día parece completamente fuera del alcance de la experiencia de los escolares. El resto de las actividades que la acompañan en esta lista de actividades menos frecuentes están hoy, de hecho, fuera del alcance de la mayoría de los jóvenes en nuestra sociedad: las más manuales, como hacer productos lácteos, hacer abono, desde luego; pero también las más técnicas, como usar un gato de automóvil (los automóviles sufren hoy menos pinchazos) o cargar la batería de un automóvil (la insostenible mentalidad consumidora de usar y tirar, hace que cuando se descarga o falla, se suele sustituir por una nueva, pues es más seguro y barato).

Como ya se ha mencionado, una mirada global a la distribución de las puntuaciones medias de las respuestas permite apreciar como rasgo más relevante de los resultados una cierta disimetría, de signo negativo a favor de las puntuaciones más bajas, entre las actividades más y menos preferidas. Concretamente, esta diferencia se centra en el número diferente de ítems situados en las bandas simétricamente extremas del rango de puntuaciones, entre la banda superior de la escala (p. e. entre 3 y 3.5 puntos) y en la banda inferior (p. e. entre 2 y 1.5 puntos). Mientras las actividades en la banda superior son apenas 8, el número de actividades cuya puntuación media se encuentra en la banda inferior son 20, más del doble del anterior.

Este resultado puede tener dos interpretaciones inmediatas: por un lado, la más evidente y directa es que las actividades menos frecuentes son más abundantes y se llevan a cabo extremadamente menos que las actividades realizadas con una intensidad simétrica; por otro lado, una interpretación más indirecta sugeriría una hipótesis de alcance más global, la ciencia genera más rechazo que aceptación entre los estudiantes, que referida al indicador examinado origina una menor participación de las experiencias pre-científicas entre los estudiantes. Esta disimetría entre el menor número de actividades más practicadas y el mayor número de temas menos experimentados sería una consecuencia y un indicador de esta tendencia global de rechazo a la ciencia, que se concreta en una menor experiencia general de las actividades relacionadas con la ciencia.

### 3.1. Variables temáticas de experiencias previas

Las cuestiones individuales de experiencias previas se han agrupado en variables temáticas más globales de acuerdo con su afinidad hacia las distintas disciplinas científicas (Física, Química, Biología, etc.). Cada variable temática es la media de las puntuaciones de las cuestiones asignadas al tema. Las variables temáticas constituyen indicadores más globales y, por ello, más representativos del tema que las simples cuestiones individuales, en tanto que resumen un conjunto de cuestiones pertenecientes a cada tema (Tabla III).

Tabla III. Estadística descriptiva y significación estadística (ANOVA) para las variables temáticas, junto con el tamaño del efecto para las diferencias de género y entre quienes eligen ciencia

Temas	Media	N	D.E.	Media	N	D.E.	Media	N	D.E.	Tamaño del efecto	Signific.
	Mujeres			Hombres			Total			Mujer-hombre	ANOVA
Universo	2.760	443	0.715	2.183	331	0.745	2.513	774	0.782	0.79	0.000
Geología	2.018	443	0.601	1.937	331	0.652	1.983	774	0.624	0.13	0.072
Biología	2.177	443	0.445	2.252	331	0.486	2.209	774	0.464	-0.16	0.025
Química	2.225	443	0.523	2.196	331	0.584	2.213	774	0.550	0.05	0.473
Física	2.175	443	0.431	2.462	331	0.541	2.298	774	0.501	-0.59	0.000
Tecnología	2.491	443	0.381	2.630	331	0.473	2.551	774	0.428	-0.32	0.000
General	2.166	443	0.579	2.356	331	0.603	2.247	774	0.596	-0.32	0.000

  

Temas	Media	N	D.E.	Media	N	D.E.	Media	N	D.E.	Tamaño del efecto	Signific.
	Ciencia			Sin ciencia			Total			Ciencia-sin ciencia	ANOVA
Universo	2.583	423	0.815	2.429	351	0.731	2.513	774	0.782	0.20	0.006
Geología	2.009	423	0.633	1.953	351	0.612	1.983	774	0.624	0.09	0.213
Biología	2.273	423	0.467	2.132	351	0.450	2.209	774	0.464	0.31	0.000
Química	2.256	423	0.564	2.160	351	0.528	2.213	774	0.550	0.18	0.016
Física	2.368	423	0.487	2.214	351	0.506	2.298	774	0.501	0.31	0.000
Tecnología	2.616	423	0.419	2.472	351	0.426	2.551	774	0.428	0.34	0.000
General	2.322	423	0.610	2.157	351	0.567	2.247	774	0.596	0.28	0.000

Dado el carácter tan abierto y diversificado de las cuestiones, algunas asignaciones a temas pueden resultar sorprendentes, pero son las únicas posibles (p.e. leer horóscopos se asigna al tema Universo). Por otro lado, cabe añadir que estas variables temáticas no pretenden conformar subescalas basadas en un análisis de fiabilidad, sino sólo buscar una correspondencia con las áreas usuales en las que se suelen agrupar los contenidos curriculares de CyT.

Tomando como referencia el promedio de frecuencia global de la muestra (2.35), se observa que las experiencias previas de dos temas (Universo y Tecnología) obtuvieron puntuaciones medias superiores a la media del conjunto. Por el contrario, en el otro extremo, las experiencias previas relativas a Geología tuvieron la frecuencia más baja, con un tamaño del efecto diferencial importante respecto a

la media global. El resto de los temas tuvieron puntuaciones ligeramente inferiores a la media general, pero muy similares entre sí. De este grupo intermedio cabe destacar que las experiencias relacionadas con la Física tienen la puntuación media más alta del grupo.

### **3.2. Diferencias de género**

Además de las comparaciones transnacionales, el proyecto ROSE ha declarado como un objetivo importante el análisis de las diferencias entre hombres y mujeres. Este análisis muestra que las experiencias fuera de la escuela son una fuente importante de diferencias cualitativas entre ambos géneros.

Globalmente, el promedio de la frecuencia de las actividades de las chicas (2.30; D. E. 0.86) es inferior a la de los chicos (2.41; D. E. 0.93); aunque la diferencia de género en este parámetro no es estadísticamente significativa. Por tanto, este indicador permite concluir que los chicos realizan con mayor frecuencia que las chicas actividades relacionadas con ciencia y tecnología, aunque la diferencia global de género no es significativa.

Otra forma de profundizar en la comparación de las experiencias previas de hombres y mujeres es comparar las actividades más y menos frecuentes en un grupo y otro, tomando como criterio, como en los párrafos anteriores, las actividades que están separadas más de media desviación estándar de la media. Al comparar cualitativamente las listas de chicos y chicas se observa que muchas de las actividades incluidas en ellas coinciden entre los géneros; aunque pueden estar situadas en distintas posiciones de la tabla. Las diferencias se originan en unas pocas actividades, que están ausentes en uno u otro género, y en otro pequeño grupo, cuyas diferencias de posiciones mutuas están relativamente muy alejadas dentro del mismo grupo. Sin embargo, una tabla que resuma este tipo de resultados es tediosa de consultar y muy parcial en los datos que refleja, de modo que se prefirió el método más sistemático de identificar las actividades individuales que causan diferencias de género significativas, comparando directamente cada actividad para los grupos de chicos y chicas.

Tabla IV. Ítems cuyas diferencias de género son estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) y favorables a las mujeres ordenados por el tamaño del efecto de las diferencias

	Mujeres			Hombres			Tamaño del efecto mujer-hombre	ANOVA Sign.
	Media	N	D. E.	Media	N	D. E.		
G23	2.45	442	0.90	1.62	330	0.69	1.06	0.000
G02	3.13	442	0.96	2.14	331	0.97	1.03	0.000
G59	2.67	443	0.96	2.16	328	0.94	0.53	0.000
G60	2.97	439	0.88	2.50	328	0.93	0.52	0.000
G28	2.76	442	0.85	2.35	327	0.85	0.48	0.000
G51	3.65	442	0.71	3.26	329	0.96	0.47	0.000
G36	3.38	440	0.71	3.04	326	0.79	0.46	0.000
G05	2.48	441	0.95	2.05	330	0.96	0.45	0.000
G50	3.65	442	0.67	3.38	330	0.85	0.36	0.000
G46	3.63	443	0.65	3.39	330	0.77	0.34	0.000
G61	2.01	439	0.78	1.76	329	0.79	0.32	0.000
G49	3.33	441	0.76	3.15	327	0.75	0.24	0.001

El análisis cualitativo de las actividades donde hombres y mujeres se diferencian más entre sí arroja más luz sobre las experiencias diferenciales de género que aportan chicos y chicas a la clase de ciencias, como currículo oculto. Con una frecuencia significativamente mayor que los chicos, las chicas informaron haber realizado fuera de la escuela las actividades siguientes, ordenadas de mayor a menor diferencia con los chicos (véase Tabla IV):

- 23. Tejer, coser, etc.;
- 2. Leer mi horóscopo (saber el futuro por las estrellas);
- 59. Cocer pan, dulces o pasteles en un horno;
- 60. Cocinar una comida;
- 28. Cuidar a un familiar o amigo enfermo;
- 51. Enviar o recibir un mensaje de texto de teléfono móvil;
- 36. Usar una cámara de fotos;
- 5. Coleccionar piedras diferentes o conchas;
- 50. Usar un teléfono móvil;
- 46. Usar una calculadora;
- 61. Caminar con un objeto en equilibrio sobre mi cabeza;
- 49. usar una regla, cinta o vara para medir.

Estas actividades muestran una distribución más repartida por los distintos temas y una menor concentración en los temas de Física y Tecnología, a diferencia de

los chicos (como se muestra en los párrafos siguientes): Universo (leer horóscopos); Geología (coleccionar piedras); Física (mediciones, portar en la cabeza, cámara fotográfica); Tecnología (tejer, calculadoras, teléfono móvil, mensajes); Química (hacer pan, cocinar); Biología (cuidar enfermos).

Ordenadas de menor a mayor diferencia favorable a los chicos, las actividades fuera de la escuela que los hombres hacen con una frecuencia significativamente mayor que las mujeres son las siguientes:

- 22. Construir cosas con alambre;
- 47. Usar un cronómetro;
- 35. Usar gemelos o anteojos;
- 20. Hacer abono de césped, hojas o basura;
- 45. Conectar un cable eléctrico a un enchufe, etc.;
- 53. Jugar con juegos de ordenador;
- 15. Ver programas de naturaleza en la televisión o en un cine;
- 41. Usar un equipo de la ciencia (química, óptica o electricidad);
- 42. Usar un molino de viento, de agua, rueda hidráulica, etc.;
- 25. Hacer fuego con carbón o madera;
- 58. Abrir un aparato (radio, reloj, ordenador, teléfono, etc.) para averiguar cómo funciona;
- 40. Hacer modelos como un barco o avión de juguete etc.;
- 69. Cargar la batería del automóvil; 39. usar una bomba de agua o sifón;
- 37. Hacer un arco y flecha, tirachinas, catapulta o bumerán;
- 63. Usar una carretilla de mano;
- 64. Usar una palanca;
- 18. Participar en pesca;
- 44. Cambiar o arreglar bombillas eléctricas o fusibles;
- 67. Usar herramientas como sierra, destornillador o martillo;
- 65. Usar una soga y polea para alzar cosas pesadas;
- 17. Participar en caza; 68. usar un gato de automóvil;
- 66. Reparar un neumático de bicicleta;
- 38. Usar una escopeta de aire comprimido o rifle.

Agrupadas por temas, estas actividades muestran un predominio en los temas de Física y Tecnología: Física (gemelos, sifón, bombillas, conexiones eléctricas, cronómetro, carretilla, palanca, polea, reparar neumático); Tecnología (alambre, arco y flechas, escopeta, modelismo, molinos, juegos de ordenador, abrir aparatos, usar herramientas, usar gato, cargar batería); Química (abono, fuego); Biología (caza, pesca); Actividades generales: ver programas científicos en televisión, usar equipos de ciencias. Cualitativamente pues, las actividades más significativas de los hombres se centran en experiencias de manipulación de objetos y aparatos artificiales.

En general, se puede concluir que los chicos exhiben una mayor frecuencia de experiencias en actividades fuera de la escuela, pues no sólo el promedio global

de frecuencia de actividades es mayor que las el de las chicas, sino que, considerando aquellas actividades donde los chicos informan una frecuencia significativamente más alta que las chicas, su número (25) es abrumadoramente superior al grupo de actividades realizadas más frecuentemente por las chicas (12) (véase Tabla V).

Tabla V. Ítems cuyas diferencias de género son estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) y favorables los hombres y ordenados por el tamaño del efecto de las diferencias

	Mujeres			Hombres			Efecto mujer-hombre	ANOVA Signific.
	Media	N	D. E.	Media	N	D. E.		
G22	1.81	442	0.78	2.01	331	0.91	-0.23	0.001
G47	2.72	443	0.94	2.97	329	0.89	-0.27	0.000
G35	2.09	436	0.91	2.35	327	0.99	-0.27	0.000
G20	1.45	436	0.75	1.73	326	0.91	-0.34	0.000
G45	2.75	438	1.11	3.10	327	0.93	-0.35	0.000
G53	2.85	442	0.94	3.18	330	0.93	-0.36	0.000
G15	2.53	443	0.87	2.83	329	0.82	-0.36	0.000
G41	1.60	436	0.75	1.93	325	0.88	-0.40	0.000
G42	1.40	438	0.65	1.73	325	0.90	-0.42	0.000
G25	2.28	438	1.00	2.71	327	1.00	-0.43	0.000
G58	2.33	443	1.03	2.78	330	0.98	-0.45	0.000
G40	1.72	439	0.76	2.21	330	0.96	-0.57	0.000
G69	1.36	441	0.80	1.89	329	1.03	-0.58	0.000
G39	1.58	436	0.75	2.11	327	0.95	-0.63	0.000
G37	1.88	440	0.92	2.48	330	1.00	-0.63	0.000
G63	1.85	438	0.82	2.43	328	0.97	-0.64	0.000
G64	1.70	438	0.74	2.23	328	0.90	-0.65	0.000
G18	1.89	443	0.90	2.53	329	0.99	-0.68	0.000
G44	2.03	441	0.91	2.71	328	0.92	-0.74	0.000
G67	2.37	441	0.85	3.02	328	0.86	-0.75	0.000
G65	1.47	437	0.72	2.10	327	0.96	-0.75	0.000
G17	1.22	443	0.56	1.88	331	1.05	-0.82	0.000
G68	1.28	441	0.57	1.98	328	1.01	-0.89	0.000
G66	1.62	442	0.76	2.50	330	1.07	-0.95	0.000
G38	1.39	442	0.71	2.42	330	1.08	-1.15	0.000

En algunos ítems concretos, el tamaño del efecto de las diferencias de género es excepcionalmente grande (en torno a una desviación estándar), tanto a favor de

los hombres como de las mujeres. El tamaño del efecto es muy grande y favorable a las chicas, es decir, las chicas superan ampliamente a los chicos en su experiencia, en estas dos cuestiones:

- 23. Tejer, coser, etc.
- 2. Leer mi horóscopo (saber el futuro por las estrellas).

Por el contrario, el tamaño del efecto es muy grande y favorable a los chicos, quienes superan ampliamente a las chicas en su experiencia, en estos cuatro ítems:

- 17. Participar en caza;
- 68. Usar un gato de automóvil;
- 66. Reparar un neumático de bicicleta;
- 38. Usar una escopeta de aire comprimido o rifle.

El análisis cualitativo del significado social del grupo de actividades significativamente mejores de un grupo de género respecto al otro revela un rasgo muy interesante. Se podría decir que, en conjunto, el primer rasgo que salta a la vista es que estas experiencias informadas por los estudiantes reflejan un cierto mantenimiento y transmisión de los roles y estereotipos sociales de género a las actividades. Así, en tanto que las chicas transportan cosas en la cabeza, cosen, tejen, cocinan y cuidan personas más que los chicos, éstos, por el contrario, reflejan el estereotipo del hombre cazador, pescador y “manitas” doméstico, que usa y manipula herramientas, cables, aparatos, etcétera. Por tanto, la fuerza del estereotipo social de género emerge como una condicionante fuerte y regulador de las experiencias extraescolares de CyT.

Desde la perspectiva de los distintos temas en que se pueden agrupar las experiencias, los hombres superaron cuantitativamente a las mujeres en actividades de Física y Tecnología; pero cabe notar que ellas superaron también a los hombres en algunas actividades de estos dos grupos, como las mediciones o el uso de cámaras fotográficas, calculadoras y teléfonos móviles. Las chicas superan a los chicos en los temas del Universo, con una magnitud del tamaño del efecto muy importante de casi una desviación estándar (Tabla III).

Seguramente, la diferencia observada en el interés por los horóscopos no es ajena a la diferencia hacia este tema.

En resumen, aunque los resultados de las diferencias de género en las experiencias extraescolares no son globalmente significativos, el análisis más detallado y cualitativo muestra todavía diferencias interesantes, que conducen a la sospecha de la influencia de los estereotipos de género sociales sobre ellas. Este estereotipo podría resumirse en “chicos bricolaje; chicas cocina y cuidado de personas”; aunque también se percibe una incorporación de la mujer al mundo de la ciencia, en los temas del universo y la tecnología, donde incluso supera al hombre en algunos aspectos ya mencionados.

### 3.3. Diferencias entre estudiantes de ciencias y los demás

Le elección (o no) de una asignatura de ciencias (en el curso donde se aplicó el cuestionario) se espera que sea también un indicador relevante para analizar las experiencias fuera de la escuela. Globalmente, el promedio de la frecuencia de las actividades del alumnado que no elige ciencias (2.28; D.T. 0.92) es inferior a la de quienes eligen ciencias (2.41; D.T. 0.90), y la diferencia en este parámetro global está en el filo de la significación estadística. Este indicador permite concluir que los estudiantes de ciencias realizan las actividades de la lista con mayor frecuencia, globalmente, que los estudiantes sin ciencias.

Una forma de profundizar en la comparación de las experiencias previas de estudiantes *de ciencias* y *sin ciencias* sería generar listas de las actividades *más* y *menos frecuentes* en un grupo y otro, tomando como criterio una separación de la media superior a la mitad de una desviación estándar. En tales listas, muchas de las actividades incluidas son coincidentes para ambos grupos, a pesar de aparecer situadas en posiciones ligeramente distintas de las listas, y las pocas que marcan las diferencias pueden estar ausentes en una u otra lista, lo cual complica su identificación. Sólo unas pocas aparecen en ambas listas, alejadas relativamente de posición entre sí.

Como en el caso de las diferencias de género, estas listas comparativas son tediosas de consultar y muy parciales en los datos que reflejan para identificar diferencias, pues se refieren sólo a un pequeño porcentaje de ítems, de modo que se preferirá el método más sistemático de identificar aquellas actividades que directamente causan diferencias significativas entre los dos grupos.

Tabla VI. Ítems cuyas diferencias entre los estudiantes que eligen o no ciencias son estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) y ordenados por el tamaño del efecto de las diferencias

	Estudiantes de ciencias			Estudiantes sin ciencia			Tamaño del efecto ciencia-sin ciencia	ANOVA
	Media	N	D.E.	Media	N	D.E.		Signific.
G56	2.90	420	1.15	2.56	346	1.20	0.28	0.000
G30	2.90	419	0.93	2.64	346	0.92	0.28	0.000
G10	2.54	423	0.87	2.31	350	0.78	0.28	0.000
G38	1.96	422	1.09	1.68	350	0.91	0.28	0.000
G57	3.06	419	0.95	2.79	347	1.04	0.27	0.000
G41	1.84	419	0.86	1.62	342	0.77	0.27	0.000
G52	3.42	422	0.82	3.20	350	0.89	0.25	0.000
G45	3.01	420	1.04	2.76	345	1.05	0.25	0.001
G48	2.93	422	0.88	2.72	350	0.87	0.24	0.000
G01	2.43	423	1.00	2.20	351	0.89	0.24	0.000
G42	1.62	418	0.81	1.44	345	0.73	0.24	0.003
G33	1.99	421	0.93	1.78	346	0.84	0.24	0.003
G11	2.28	422	0.87	2.08	350	0.83	0.23	0.005
G58	2.63	423	1.01	2.39	350	1.05	0.23	0.001
G03	2.32	421	0.90	2.12	348	0.85	0.22	0.004
G39	1.89	416	0.91	1.70	347	0.84	0.22	0.003
G27	2.52	422	1.00	2.31	348	0.97	0.21	0.003
G08	2.84	420	0.92	2,64	349	0.99	0.21	0.002
G55	2.87	422	1.18	2.62	349	1.22	0.21	0.003
G65	1.82	416	0.92	1.64	348	0.84	0.20	0.002
G44	2.41	422	0.97	2.22	347	0.97	0.19	0.005
G66	2.09	422	1.00	1.89	350	1.00	019	0.001
G07	2.15	422	1.02	1.97	348	0.95	0.19	0.010
G12	1.53	422	0.87	1.38	349	0.75	0.18	0.020
G43	3.31	420	0.83	3.16	349	0.85	0.18	0.007
G13	1.56	423	0.84	1.41	351	0.75	0.18	0.022
G14	2.52	421	0.89	2.37	350	0.88	0.18	0.005
G64	1.99	418	0.87	1.85	348	0.84	0.17	0.002
G36	3.29	417	0.75	3.17	349	0.78	0.17	0.010

El análisis cualitativo de las actividades con las que los estudiantes de ciencias y sin ciencias se diferencian significativamente entre sí arroja más luz sobre las experiencias diferenciales que aportan uno y otro grupo a la clase de ciencias, tal vez como currículo oculto. Ordenadas de menor a mayor diferencia favorable a los estudiantes de ciencias, las actividades fuera de la escuela que los estudiantes de ciencias hacen con frecuencias significativamente mayores que los estudiantes sin ciencias son las siguientes (véase Tabla VI):

- 56. Enviar o recibir correo electrónico;
- 30. Ver una radiografía de una parte de mi cuerpo;
- 10. Visitar un parque zoológico;
- 38. Usar una escopeta de aire comprimido o rifle;
- 57. Crear y revisar un documento o archivo en el ordenador (por ejemplo, usar un procesador de texto);
- 41. Usar un equipo de la ciencia (química, óptica o electricidad);
- 52. Buscar información en Internet;
- 45. Conectar un cable eléctrico a un enchufe, etc.;
- 48. Medir la temperatura con un termómetro;
- 1. Intentar encontrar las constelaciones en el cielo.
- 42. Usar un molino de viento, de agua, rueda hidráulica, etc.;
- 33. Estar en un hospital como paciente;
- 11. Visitar un centro la ciencia o museo de la ciencia;
- 58. Abrir un aparato (radio, reloj, ordenador, teléfono, etc.) para averiguar cómo funciona;
- 3. Leer un mapa para encontrar mi camino;
- 39. Usar una bomba de agua o sifón;
- 27. Separar las basuras para reciclar o recogida selectiva; 8.ver a un animal amamantar una cría;
- 55. Descargar música de Internet;
- 65. Usar una soga y polea para alzar cosas pesadas;
- 44. Cambiar o arreglar bombillas eléctricas o fusibles;
- 66. Reparar un neumático de bicicleta;
- 7. Ver la incubación de un huevo;
- 12. Ordeñar algún animal como vacas, ovejas o cabras;
- 43. Grabar en el vídeo, DVD o cinta;
- 13. Hacer productos lácteos como yogur, mantequilla, queso;
- 14. Leer sobre la naturaleza o la ciencia en libros o revistas;
- 64. Usar una palanca;
- 36. Usar una cámara de fotos.

El número de experiencias donde los estudiantes de ciencias informan una frecuencia de actividad significativamente superior a los estudiantes sin ciencia es muy grande (casi la mitad de la lista total). Agrupadas por temas, estas actividades quedan así: Universo (constelaciones); Geología (leer mapa); Física (anteojos, cámara de fotos, sifón, bombillas, conexiones eléctricas, enchufes, cronómetro,

termómetro, mediciones con metro, carretilla, palanca, poleas, reparar neumático); Tecnología (construir con alambre, escopeta, modelismo, molinos, grabaciones, juegos ordenador, descargar música, correo electrónico, texto en ordenador, abrir aparato, Internet); Química (reciclar); Biología (ver nacer un animal, incubación, amamantar, visitar zoológico, ordeñar, hacer lácteos, cultivar plantas, radiografía, hospital, microscopio); Temas generales (leer libros y revistas de ciencia, visitar museos de ciencia, usar equipos de ciencia).

En general, se observa el predominio de las experiencias previas relacionadas con la Tecnología, la Física y la Biología, resultado que no reflejaría en sí ninguna circunstancia especial, sino un parámetro tal vez puramente numérico y proporcional, pues estos tres grupos son los que tienen también un mayor número de ítems, por lo que simplemente podría estar amplificando el efecto general favorable a los estudiantes de ciencias.

El tamaño del efecto de las diferencias entre el grupo de ciencias y sin ciencias es relativamente pequeño en todos los ítems. Lo más destacable de las diferencias entre quienes han elegido alguna asignatura de ciencias y quienes no lo han hecho es la extensión cualitativa y cuantitativa de las diferencias: aquéllos tienen una experiencia mayor que los segundos en prácticamente todos los 69 ítems de la lista. Esta diferencia es estadísticamente significativa casi en la mitad de ellas. Por el contrario, los estudiantes sin ciencias no presentan ni un solo ítem donde su experiencia sea significativamente mayor que la de los de ciencias.

Las diferencias referidas a los distintos temas son también todas favorables a los estudiantes que eligen ciencias, aunque el tamaño del efecto sigue siendo moderado o pequeño; es más alto en los temas de Tecnología, Física y Biología (Tabla III). Así pues, aunque las diferencias no son particularmente intensas en ningún tema, las diferencias cualitativas sí son muy extensas en la gran mayoría de las cuestiones, lo que confiere a las experiencias extraescolares de los estudiantes un carácter de currículo oculto, indicador e inductor hacia la ciencia y tecnología.

En suma, la frecuencia de las experiencias extraescolares previas parece que marca una distinción definitiva en la primera elección de ciencias en el final de la educación obligatoria: los estudiantes que eligen ciencias informan un bagaje previo de experiencias superior en todos los aspectos a los que no eligen ciencias. Estos resultados no demuestran que la experiencia extraescolar de los estudiantes sea la causa de su elección de ciencias o no, pero sin duda trazan un perfil y una frontera nítida: los estudiantes que no eligen ciencias son personas que tienen una experiencia extraescolar claramente inferior respecto a los que sí eligen ciencias. Por tanto, independientemente de si la experiencia extraescolar temprana de los estudiantes puede ser un elemento determinante, o no, para la futura elección de carreras científicas, ésta debe promoverse por todos los medios, escolares y extraescolares, como medida compensatoria. En particular, en la educación primaria y secundaria los estudiantes deberían encontrar en el aula de ciencias una fuente inagotable de experiencia para su vida diaria, que les estimulase en su

curiosidad y en su contacto con aquellas experiencias que, a la larga, modularán su interés hacia la ciencia.

### 3.4. Diferencias según el número de libros en el hogar

Las diferencias, según el número de libros en el hogar son complicadas de analizar, porque la codificación de la variable original (*libros*) tiene siete categorías y a cada una de ellas se adscribe un número muy desequilibrado de individuos. En estas condiciones, el análisis de la significación estadística sólo indicaría que al menos dos de esos grupos muestran diferencias significativas entre sí. Más interesante que las simples diferencias significativas sería el tipo de variación observada de las frecuencias de las actividades a lo largo de los grupos de libros en el hogar, sea monótona (creciente o decreciente) o irregular; pero con siete grupos, esta variación es difícil de interpretar. Aunque un análisis correlacional podría considerarse adecuado (no lo hace plausible la naturaleza meramente ordinal de la escala de valoración con sólo cuatro puntos), se ha optado por el mismo análisis de la varianza. Para ello, se ha colapsado la variable original en una nueva variable de sólo cuatro grupos (pocos, algunos, bastantes y muchos libros), más equilibrada muestralmente y con menos grupos, de modo que los análisis de la varianza se han realizado entre esos cuatro grupos de la nueva variable (comparación entre pares de grupos).

Tabla VII. Estadística descriptiva y significación estadística (ANOVA) para los ítems cuyas diferencias, según los grupos de libros en casa, son estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) y ordenadas por el tamaño del efecto de las diferencias

	Pocos libros			Algunos libros			Bastantes libros			Muchos libros			ANOVA
	Media	N	D.E.	Media	N	D.E.	Media	N	D.E.	Media	N	D.E.	Sign.
G27	2.06	32	0.88	2.17	295	0.98	2.57	355	0.96	2.88	85	0.96	0.000
G46	2.88	33	0.99	3.49	297	0.74	3.59	355	0.65	3.68	85	0.58	0.000
G59	2.00	33	0.97	2.37	296	0.97	2.49	354	0.96	2.78	85	1.02	0.000
G47	2.30	33	1.05	2.79	296	0.93	2.87	355	0.89	3.04	85	0.89	0.001
G57	2.38	32	1.04	2.89	294	1.07	2.99	352	0.95	3.14	85	0.86	0.001
G05	2.15	33	1.00	2.15	297	0.96	2.38	352	0.98	2.55	86	0.93	0.002
G19	2.42	33	1.12	2.37	297	0.90	2.48	355	0.92	2.80	86	0.84	0.002
G32	2.00	31	1.10	1.57	296	0.87	1.66	349	0.89	1.93	85	1.01	0.002
G03	1.85	33	0.83	2.16	295	0.92	2.28	353	0.82	2.44	85	0.97	0.003
G48	2.45	33	0.94	2.79	297	0.88	2.86	355	0.88	3.07	84	0.79	0.004
G24	2.12	33	0.93	2.29	296	0.95	2.45	354	0.97	2.64	85	0.96	0.006
G52	2.94	33	0.97	3.25	296	0.91	3.41	355	0.77	3.35	85	0.90	0.006
G01	1.94	33	0.90	2.24	297	0.96	2.40	355	0.96	2.42	86	0.93	0.013

Sólo unos pocos ítems de las experiencias fuera de la escuela tienen diferencias significativas en función de la cantidad de libros existentes en el hogar (véase Tabla VII). En la gran mayoría de éstos (con la excepción de las experiencias G19

y G32) se observa, además, el patrón de monotonía creciente entre los grupos de posesión de libros y la mayor frecuencia en las experiencias extraescolares; es decir, a medida que aumenta el número de libros en el hogar aumenta la frecuencia informada de la actividad. Los contenidos de las experiencias con diferencias significativas y crecimiento monótono respecto al número de libros de texto en el hogar son las siguientes:

- 27. Separar las basuras para reciclar o recogida selectiva;
- 46. Usar una calculadora;
- 59. Cocer pan, dulces o pasteles en un horno;
- 47. Usar un cronómetro;
- 57. Crear y revisar un documento o archivo en el ordenador (por ejemplo, usar un procesador de texto);
- 5. Coleccionar piedras diferentes o conchas;
- 3. Leer un mapa para encontrar mi camino;
- 48. Medir la temperatura con un termómetro;
- 24. Levantar una tienda de campaña o un refugio;
- 52. Buscar información en Internet.

Como se puede comprobar a primera vista, estas actividades son muy variadas y pertenecen a temas muy diversos. Si convenimos en considerar que el número de libros del hogar es un indicador del nivel cultural de la familia habría algunas de estas actividades como usar Internet o procesadores de texto o hacer colecciones, que plausiblemente se podrían interpretar como más relacionadas con un mayor nivel cultural del hogar en sentido más académico; sin embargo, otras como cocinar, levantar una tienda de campaña o leer un mapa, difícilmente se podrían considerar explicadas con este tipo de interpretación.

En suma, estos resultados establecen que las experiencias previas de CyT están débilmente relacionadas con el número de libros en el hogar, y que esta relación es predominantemente positiva en el caso de los ítems con las diferencias más significativas. La variable número de libros es un indicador modesto de las experiencias extraescolares; la docena de variables de experiencias que muestran diferencias significativas son el indicador que avala una moderada importancia de la variable libros en el hogar respecto a las experiencias extraescolares.

#### **IV. Discusión**

Las experiencias que los estudiantes desarrollan en su vida diaria fuera de la escuela constituyen un bagaje previo y paralelo, frecuentemente oculto (o ignorado) para la escuela, porque ésta se muestra insensible respecto a ellas, pero es la fuente de las ideas previas que interactúan continuamente con la (re)construcción de los aprendizajes escolares. De acuerdo con la perspectiva constructivista del aprendizaje, parece razonable sostener que las experiencias de los estudiantes relacionadas con la ciencia, previas al aprendizaje y externas a la

escuela, afectan a los aprendizajes escolares de ciencia y tecnología, facilitándolos, en el caso de que la experiencia sea intensa y enriquecedora, o dificultándolos, en el caso que las experiencias sean inadecuadas o deficitarias. En este último caso, especialmente en la enseñanza obligatoria, una escuela para todos y una educación científica (CTS) humanista, centrada en la alfabetización científica, debería desempeñar un papel compensador de las desigualdades iniciales entre los estudiantes, como garantía de una auténtica igualdad de oportunidades en educación (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003).

Este estudio contribuye a desvelar este bagaje oculto, dando voz a los protagonistas, los estudiantes, para clarificar la intensidad y diversidad de experiencias previas que los estudiantes aportan a la escuela. Globalmente, el análisis de las experiencias fuera de la escuela de los jóvenes ofrece rasgos interesantes para la enseñanza de la ciencia, como indicador general de una disposición actitudinal hacia CyT. Los principales resultados obtenidos muestran que las diferencias mayores no aparecen según un indicador social (número de libros en el hogar) o un indicador de interés (la elección de asignaturas de ciencias), donde las diferencias detectadas son ciertamente visibles, pero relativamente pequeñas o moderadas, sino precisamente según la variable género.

Los resultados evidencian y diagnostican que los chicos y las chicas tienen un bagaje de experiencias relacionadas con la ciencia claramente diferente, cualitativa y cuantitativamente. Esta diferencia recuerda con intensidad los estereotipos sociales de género traducidos en la conocida marca de género de la ciencia (“chicos bricolaje; chicas cocina y cuidado de personas”). Desde la perspectiva de la didáctica de la ciencia, este bagaje diferencial es muy importante, porque puede condicionar dramáticamente el aprendizaje de la ciencia en la escuela para mujeres y hombres. Si la organización de la enseñanza de la ciencia escolar se ajusta más al patrón masculino de experiencias previas (el bricolaje) como sugieren algunos estudios (Barton, 1998; Brickhouse, 1998; Jiménez y Álvarez, 1992), estará favoreciendo el aprendizaje de la ciencia por los chicos e inhibiendo el aprendizaje y el interés de las chicas hacia la ciencia. Este bagaje diferencial también podría explicar algunos de los indicadores de diferencias de género en la ciencia habituales en los estudios de evaluación, tales como el peor rendimiento escolar y las bajas actitudes en ciencias de las mujeres respecto a los hombres y, en general, el menor interés de las chicas por la ciencia, así como su huida de los estudios científicos y técnicos, que visualizan la incompatibilidad entre la ciencia escolar y las mujeres (Farenga y Joyce, 2000; Sahuquillo, Jiménez, Domingo y Álvarez, 1993).

La fuerte carga del estereotipo de género se manifiesta en las experiencias más dominantes y diferenciales de uno y otro género. Presumiblemente, las diferencias de género en actividades extraescolares relacionadas con CyT pueden ser un indicador (más) de la distinta socialización de chicos y chicas desde su nacimiento, a través de la acción de los roles y los estereotipos de género, presentes en la sociedad, cuya influencia sobre los jóvenes puede determinar

experiencias previas de CyT muy diferentes entre chicos y chicas, que debe tener consecuencias posteriores para el aprendizaje de CyT.

Ante esta realidad de falta de equidad de género, con raíces sociales, en la enseñanza de la ciencia, que parece favorecer más a los hombres y perjudicar a las mujeres, la escuela ha de reforzar su función compensadora de las desigualdades iniciales. Esta función compensadora podría realizarse mediante:

- Currículos de CyT “amigables” para las chicas, que tengan en cuenta las experiencias de las chicas (Rosser, 1997; Smail, 1991).
- La compensación explícita de aquellas experiencias de las chicas cuyo perfil previo sea insuficiente (McCormick, 1994; Rubio, 1991; Willis, 1996).

Este estudio proporciona datos y evidencias suficientes para innovar el currículo de ciencias en el sentido de ambas vertientes, usando las experiencias previas para diseñar un currículo científico más adaptado a las experiencias previas, en general, y más equilibrado según el género, en particular. Una posible línea de diseño sería desarrollar las experiencias más frecuentes detectadas entre las chicas, como elementos motivacionales clave, mientras las experiencias deficitarias deberían guiar la compensación en el desarrollo curricular y las actividades de aula (seleccionar ejemplos, materiales y elementos motivadores y/o compensadores) para acoger mejor a las chicas en la clase de ciencias. En ambos casos, los chicos no sólo no deberían resultar perjudicados, sino que también podrían beneficiarse, a su vez, compensando sus propios desequilibrios de grupo en relación con la CyT.

Las experiencias informales extraescolares no sólo pueden constituir un apoyo inicial extra para el aprendizaje escolar (Lucas, McManus y Thomas; 1986; Tamir, 1990; Rix y McSorley, 1999), sino que también pueden ser un indicador relevante de la actitud global hacia CyT (una mayor experiencia previa indicaría una mejor actitud e interés hacia la CyT). La escuela debe interrelacionar ambas vías de aprendizaje, el informal y el académico, para evitar una desconexión y compartimentación entre los logros de un contexto y otro o, incluso, los posibles conflictos entre ambos (Wellington, 1991).

Por otro lado, existen evidencias cada vez mayores de que los contextos que ofrecen experiencias informales extraescolares contribuyen al aprendizaje de la ciencia; mejoran el aprendizaje de ésta, tanto en los rasgos más tradicionales de la ciencia escolar (por ejemplo, el desarrollo y la integración de conceptos, el trabajo práctico auténtico y amplio, y el acceso a materiales actualizados y a la gran ciencia), como en las dimensiones más genéricas, básicas, actitudinales y sociales, tales como el desarrollo personal, la responsabilidad, la socialización y las actitudes hacia la ciencia escolar, que contribuyen a estimular aprendizajes posteriores (Braund *et al.*, 2004). La enseñanza formal de la ciencia debería retomar los aspectos informales, ayudando a complementar, enriquecer y mejorar la educación científica que se suele ofrecer en las situaciones más formales del aula (Griffin, 1998; Oliva *et al.*, 2004).

Hoy día se perciben esfuerzos cada vez más importantes para potenciar, coordinar y relacionar la creciente influencia de la educación extraescolar, informal y no formal, con la educación escolar. Algunos ejemplos son: el Center for Informal Learning and Schools (Centro para el Aprendizaje Informal y las Escuelas, dependiente del Exploratorium de San Francisco [http://www.exploratorium.edu/cils/documents/bridging\\_k12-isi.pdf](http://www.exploratorium.edu/cils/documents/bridging_k12-isi.pdf)), el Center for Integrating Out-of-School Learning into the School Curriculum de Israel (Centro para Integrar el Aprendizaje Extraescolar en el Currículo Escolar, [http://www.weizmann.ac.il/acadaff/Scientific\\_Activities/current/Davidson\\_center.html](http://www.weizmann.ac.il/acadaff/Scientific_Activities/current/Davidson_center.html)), el programa "Science Linkages in the Community" (SLIC, Lazos de la Ciencia en la Comunidad) de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (<http://www.aaas.org/programs/education/slic>), el Programa de la Coalición para la Ciencia después de la Escuela (<http://qt.exploratorium.edu/csas/>) o el Michigan Gateways Guide (programa Guía de Destinos del estado de Michigan, <http://www.gateways.msu.edu/203pn.html>).

La Unión Europea ha reconocido recientemente el valor educativo de la educación no formal e informal en el ámbito de la juventud: las actividades no formales e informales pueden proporcionar un valor significativo a la sociedad, a la economía y a los propios jóvenes; constituyen eficaces instrumentos del proceso educativo para convertir la educación en algo atractivo; promueven en los jóvenes una buena disposición para el aprendizaje permanente, la integración social, la adquisición de nuevos conocimientos, cualificaciones y competencias; y contribuyen a su desarrollo personal, a la inclusión social y la ciudadanía activa, mejorando así sus posibilidades de empleo (Consejo de Europa, 2006). En consecuencia, invitan a los estados europeos a promover actividades formales e informales y a reconocer las competencias y conocimientos adquiridos por los jóvenes a través de la educación no formal e informal.

El diseño de currículos y prácticas escolares que compensen la potencial desigualdad inicial es una condición necesaria para construir una escuela más inclusiva en CyT, especialmente para las mujeres. Esto está en sintonía con el objetivo propuesto por el Consejo de Educación Europeo para el año 2010, a saber:

Aumentar al menos en un 15% el número total de licenciados en matemáticas, ciencias y tecnología, reduciendo, durante el mismo período, el desequilibrio en la representación de hombres y mujeres (UNESCO-OCDE-cuestionario Eurostat, citado en Consejo de Europa, 2003, s. p.).

En suma, las escuelas deberían dar prioridad a las innovaciones para lograr un currículo más equitativo (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005) y, en particular, lograr una equidad de género auténtica en las áreas científicas, como un aspecto más de la contribución real de las escuelas a la construcción de una educación general más inclusiva, también para el caso de la ciencia y la tecnología.

## Referencias

Acevedo, J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2). Consultado el 12 de junio de 2006 en:

<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero2/Art1.pdf>

Alemaný, C. (1992). *Yo también he jugado con Electro-L (Alumnas en enseñanza superior técnica)*. Madrid: Instituto de la Mujer.

Barton, A. C. (1998). *Feminist science education*. Nueva York: Teachers College Press.

Benlloch, M. y Williams, V. N. (1998). Influencia educativa de los padres en una visita al museo de la Ciencia: actividad compartida entre padres e hijos frente a un módulo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), 451-460.

Braund, M., Reiss, M., Tunnicliffe, S. D. y Moussouri, T. (2004). Beyond the classroom: the importance of outside-of-school contexts for learning science. En R. M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Eds.), *11th Symposium Proceedings* (pp. 87-88). Lublin, Polonia: International Organization for Science and Technology Education.

Brickhouse, N. W. (1998). Feminism(s) and science education. En B. J. Fraser y K. G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 1067-1081). Londres: Kluwer Academic Publishers.

Campanario, J. M. y Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18, 155-170.

Carbonell, J. (2001). *La aventura de innovar. El cambio en la escuela*. Madrid: Morata.

Consejo de Europa. (2003). Conclusiones del Consejo de 5 de mayo de 2003 sobre los niveles de referencia del rendimiento medio europeo en educación y formación, publicado en el Diario Oficial C 134 del día 7 de junio de 2003. Consultado el 21 de junio de 2006 en:

<http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/cha/c11064.htm>

Consejo de Europa (2006, 20 de julio). Resolución del Consejo y de los Representantes de los Gobiernos de los Estados miembros, reunidos en el seno del Consejo, sobre el reconocimiento del valor de la educación no formal e informal en el ámbito de la juventud europea, publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea (2006/C 168/01), el día 20 de julio de 2006. Consultado el 7 de diciembre de 2006 en:

[http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/c\\_168/c\\_16820060720es00010003.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/es/oj/2006/c_168/c_16820060720es00010003.pdf)

Coombs, P. (1973). ¿Hay que enseñar la educación no formal? *Perspectivas*, 3, 3, 331-333.

Dewey, J. (1995). *Democracia y educación* (L. Luzuriaga, Trad.). Madrid: Morata. (Trabajo original publicado en 1916).

Doll, J., Prenzel M. y Duit, R. (2003, agosto). *Improving math and science instruction-The Program "Quality of Schools" (BiQua) sponsored by the German Science Foundation*. Trabajo presentado en 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Research and the Quality of Science Education, Noordwijkerhout, Países Bajos.

Driver, R., Guesne, E. y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia* (P. Manzano, Trad.). Madrid: Morata-Ministerio de Educación y Ciencia. (Trabajo original publicado en 1985).

Duit, R. (Comp.). (2006). *Bibliography-STCSE. Students' and teachers' conceptions and science education*. Kiel, Alemania: IPN-Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften. Consultado el 20 de junio de 2006 en <http://ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>

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

Errington, S. Stocklmayer, S. y Honeyman, B. (Eds.). (2001). *Using museums to popularise science and technology*. Londres: Commonwealth Secretariat.

Falk, J. H. (2002). The contribution of free-choice learning to public understanding of science. *Interciencia* 27, 62-65.

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

Fensham, P. J. (2004). Beyond knowledge: Other outcome qualities for science education. En R. M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Eds.), *11th Symposium Proceedings* (pp. 23-25). Lublin, Polonia: International Organization for Science and Technology Education.

Gerber, B. L., Cavallo, A. M. L. y Marek, E. A. (2001). Relationships among informal environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*, 23 (5), 535-549.

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

Griffin, J. (1998). Learning science through practical experiences in museums. *International Journal of Science Education*, 20 (6), 655-663.

Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1988). *La ciencia de los alumnos*. Barcelona: Laia-Ministerio de Educación y Ciencia.

Jiménez, M. P. y Álvarez, M. (1992). Género, ciencia y tecnología. En M. Moreno (Ed.), *Del silencio a la palabra* (pp. 178-196). Madrid: Instituto de la Mujer.

Jones, L. S. (1997). Opening doors with informal science: exposure and access for our undeserved students. *Science Education*, 81 (6), 663-677.

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

Lucas, A. M. (1991). 'Info-attainment' and informal sources for learning science. *International Journal of Science Education*, 13 (5), 495-504.

Lucas, A. M., MacManus, P. M. y Thomas, G. (1986). Investigating learning from informal sources: listening to conversations and observing play in science. *European Journal of Science Education*, 8 (4), 341-352.

Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2001). Análisis empírico de dos escalas de motivación escolar. *Revista Española de Motivación y Emoción*, 2, 37-58.

Martin, L. M. W. (2004). An emerging research framework for studying informal learning and schools. *Science Education*, 88, 71-82.

McCormick, T. (1994). *Creating the non-sexist classroom*. Nueva York: Teachers College Press.

Medved, M. I. y Oatley, K. (2000). Memories and scientific literacy: remembering exhibits from a science centre. *International Journal of Science Education*, 22 (10), 1117-1132.

Millar R. (1989). Constructive criticism. *International Journal of Science Education*, 11, 587-596.

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

National Science Foundation (2006). *Informal science education. Supplements to active research awards*. Consultado el 4 de septiembre de 2006 en: <http://www.nsf.gov/pubs/1997/nsf9770/isesupl.htm>

Oliva, J. M., Matos, J., Bueno, E., Bonat, M., Domínguez, J., Vázquez, A. y Acevedo, J. A. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución

en el ámbito afectivo de los alumnos participantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3), 435-440.

Parque de las Ciencias. (1999). *Comunicar la ciencia en el siglo XXI. I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia*. Granada, España: Autor.

Pérez Gómez, A. I. (1993). La función social y educativa de la escuela obligatoria. *Signos. Teoría y Práctica de la Educación*, 8/9, 16-27.

Pozo, J. I., Sanz, A., Gómez, M. A., y Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 83-94.

Preece, P. (1984). Intuitive science: learned or triggered? *European Journal of Science Education*, 6, 7-10.

Rahm, J. (2002). Emergent learning opportunities in an inner-city youth gardening program. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 164-184.

Reid, D. J. y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea.

Rennie, L. J., Feher, E., Dierking, L. D. y Falk, J. H. (2003). Toward an agenda for advancing research on science learning in out-of-school settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 112-120.

Rix, C. y McSorley, J. (1999). An investigation into the role that school-based interactive science centres may play in the education of primary-aged children. *International Journal of Science Education*, 21 (6), 577-593.

Rosser, S. V. (1997). *Re-engineering female friendly science*. Nueva York: Teachers College Press.

Rubio Herráez, E. (1991). *Desafiando los límites de sexo/género en las ciencias de la naturaleza*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Servicio de Publicaciones.

Russell, I. (1990). Visiting a science centre: what's on offer? *Physics Education*, 25, 258-262.

Sahuquillo, E., Jiménez, M. P., Domingo, F. y Álvarez, M. (1993). Un currículum de ciencias equilibrado desde la perspectiva de género. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (1), 51-58.

Sarramona, J. (Ed.). (1992). *La educación no formal*. Barcelona: CEAC.

Schibeci, R. (1989). Home, school, and peer group influences on student attitudes and achievement in science. *Science Education*, 73, 13-24.

Schibeci, R. A. y Riley, J. P. (1986). Influence of students' background and perceptions on science attitudes and achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 23 (3), 177-187.

Schreiner, C. y Sjøberg, S. (2004). *Sowing the seeds of ROSE. Background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevance of Science Education) - a comparative study of students' views of science and science education* (Acta didactica). Oslo, Noruega: University of Oslo, Department of Teacher Education and School Development.

Semper, R.J. (1990). Science museums as environments for learning. *Physics Today*, 43, 2-8.

Sjøberg, S. (2000). Science and scientists. The SAS-study. *Acta Didactica*, 1, 1-73.

Sjøberg, S. e Imsen, G. (1987). Gender and science education I. En P. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in science education* (pp. 218-248). Londres: The Falmer Press.

Smail, B. (1991). *Como interesar a las chicas en las ciencias de la naturaleza*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Servicio de Publicaciones.

Stevenson, J. (1991). The long-term impact of interactive exhibits. *International Journal of Science Education*, 13 (5), 521-531.

Tamir, P. (1990). Factors associated with the relationship between formal, informal, and nonformal science learning. *Journal of Environmental Education*, 22 (1), 34-42.

Toharia, M. (Coord.). (2003). *La ciencia es cultura. II Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia*. Valencia: Museo de las Ciencias Príncipe Felipe.

Tonucci, F. (2004, 1 de julio). *Semanario Escuela*, 3630, p. 7.

Tunncliffe, S.D. y Moussouri, T. (2003). *Methods for assessing out of school science learning experiences*. Trabajo presentado en 4th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA): Research and the Quality of Science Education, Noordwijkerhout, Países Bajos.

Vázquez, A. (1996). Actividades y preferencias relacionadas con la ciencia en estudiantes de secundaria. *Revista de Ciència*, 19, 107-115.

Vázquez, A., Acevedo, J. A. y Manassero, M. A. (2005). Más allá de una enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2). Consultado el 14 de julio de 2006 en:

[http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART5\\_Vol4\\_N2.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf)

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1998). Una propuesta de modelo integrado de aprendizaje como cambio conceptual, metodológico y actitudinal. En E. Banet y A. de Pro (Coords.), *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias* (Vol. I, pp. 148-158). Murcia, España: DM.

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271. Consultado el 18 de abril de 2007 en: [http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero\\_4\\_2/Vazquez\\_Manassero\\_2007.pdf](http://www.apac-eureka.org/revista/Volumen4/Numero_4_2/Vazquez_Manassero_2007.pdf)

Watts, M. y Alsop, S. (2000). The affective dimensions of learning science. *International Journal of Science Education*, 22 (2), 1219-1220.

Wellington, J. (1991), Newspaper science, school science: friends or enemies? *International Journal of Science Education*, 13 (4), 363-372.

Whyte, J. Kelly, A. y Smail, B. (1987). *Girls into science and technology: Final report in Science for Girls*. Londres: Open University Press.

Willis, S. (1996). Gender justice and the mathematics curriculum: Four perspectives. En L. H. Parker, L. J. Rennie, y B. J. Fraser (Eds.), *Gender, science, and mathematics: Shortening the shadow* (pp. 41-52). Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.

---

<sup>1</sup> ROSE (Relevancia de la Educación Científica) es un proyecto internacional donde participan aproximadamente 40 países. ROSE está organizado por Svein Sjøberg y Camilla Schreiner en la Universidad de Oslo y financiado por el Consejo de Investigación de Noruega. Informes y otros detalles se pueden consultar en: <http://www.ils.uio.no/english/rose>