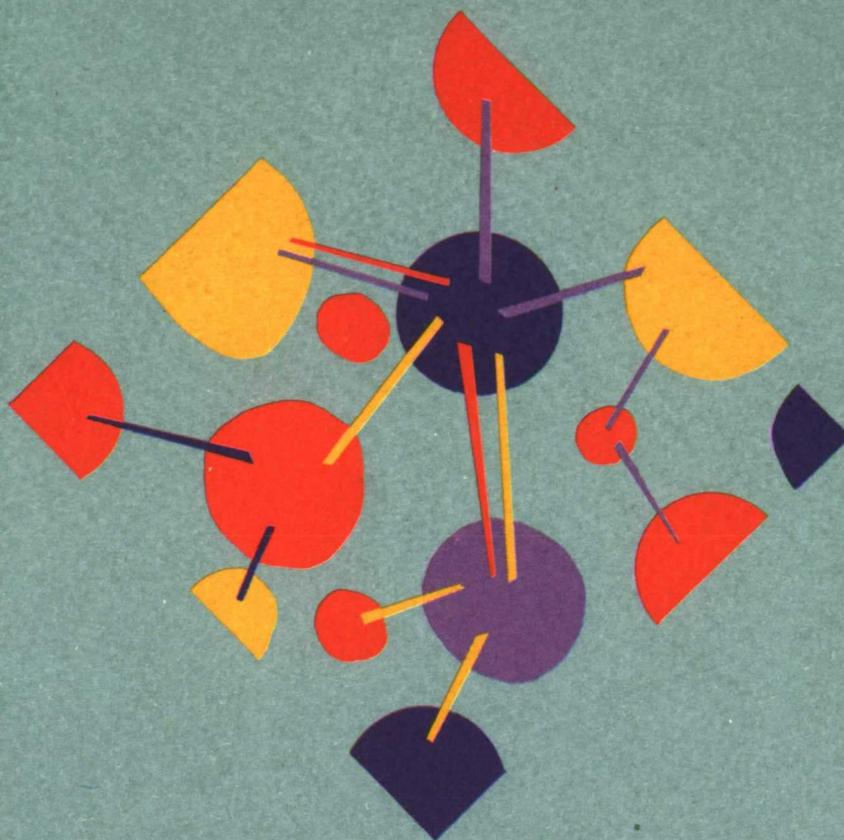


D O C U M E N T O S



Cómo Interesar a las Chicas por las Ciencias

Subdirección General
de Formación del Profesorado

PLAN PARA LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA LAS MUJERES



DESARROLLO DEL CURRÍCULUM PARA UN MUNDO EN CAMBIO

Cómo interesar a las chicas por las ciencias:

Evitar los prejuicios sexistas en el currículum

Este libro, resultado del trabajo realizado para el Consejo Escolar antes de su cese, está publicado bajo los auspicios del Comité de Desarrollo Curricular Escolar, Newcombe House, 45 Notting Hill Gate, Londres W11 3JB. Las ilustraciones en los Apéndices B y E son de Christine Roche.

Publicado por Longman • 62 Hallfield Road • Layerthorpe • York • YO3 7XQ • Copyright 1985 • SCDC Publications



Ministerio de Educación y Ciencia

Dirección General de Renovación Pedagógica

N. I. P. O.: 176-90-011-5

I. S. B. N.: 84-369-1895-9

Depósito Legal: M-161-1991

Imprime: MARIN ALVAREZ HNOS.

Índice

	<i>Págs.</i>
INTRODUCCIÓN	5
I. ALCANCE DEL PROBLEMA.....	9
II. ¿POR QUÉ LAS CHICAS ABANDONAN LAS CIENCIAS EN GRAN BRETAÑA?	15
III. CÓMO ORGANIZAR EL LABORATORIO/CLASE PARA QUE LAS CHICAS RECIBAN UN TRATO JUSTO	23
IV. CÓMO ORGANIZAR EL CURRÍCULUM PARA QUE SE ADAPTE A LOS INTERESES DE LAS CHICAS	29
V. CÓMO EVITAR LOS PREJUICIOS SEXISTAS EN LOS TEXTOS.....	37
VI. OTRAS ESTRATEGIAS DENTRO Y FUERA DEL LABORATORIO	41
Conclusiones	45
Referencias	47
Otras obras	49
APÉNDICES	
• Mujeres que visitaron las clases de ciencias	51
• Ejemplos de fichas del proyecto	53
• Dos hojas de trabajo sobre científicas	63
• Biografías breves de científicas	69
• Ilustraciones de ejemplos de chicas realizando operaciones estándar de laboratorio	77
Grupo de control y revisión del Programa 3	79

Introducción

El currículum escolar de ciencias tiene efectos complejos sobre las chicas y consecuencias de largo alcance. Este informe se basa en la experiencia conseguida durante el proyecto GIST (Chicas en la Ciencia y la Tecnología)*, y se dirige al profesorado. Proporciona una introducción muy breve de lo que es actualmente un campo de investigación, y ofrece unas sugerencias prácticas para enseñar ciencias en clases mixtas, de forma que las chicas se interesen más por la asignatura.

GIST no era un proyecto de desarrollo del currículum. Nuestro método de trabajo era utilizar el gran número de trabajos publicados sobre este asunto, seleccionar el más apropiado para nuestras necesidades, y solamente producir material nuevo donde existía una laguna.

Los criterios de selección y de organización de estas experiencias sobre la asignatura de ciencias provenían de los resultados de nuestra investigación. Esta investigación adoptó diversas formas: durante el proyecto repartimos cuestionarios entre alumnas y alumnos, celebramos sesiones de trabajo con el profesorado, estudiamos materiales curriculares y observamos clases de ciencias. Tuvimos largas discusiones sobre la investigación con el

* GIST (Girls Into Science and Technology) (Las Chicas en las Ciencias y la Tecnología) era un proyecto de investigación destinado a animar a más chicas a estudiar ciencias cuando estos temas se convertían en optativos. Los fondos fueron proporcionados por "Equal Opportunities Commission/Social Science Research Council Joint Panel on Women and Underachievers, Consejo Escolar, Departamento de Industria, Shell Uk, Ltd., y el proyecto se realizó en la Universidad Politécnica de Manchester y la Facultad de Didsbury. Se está preparando un libro sobre todo el proyecto. Para más información sobre la materia, se ruega escribir a la autora, Departamento de Sociología de la Universidad de Manchester.

profesorado, a quien agradecemos su cooperación y paciencia, cuando intentamos descubrir realmente cuál era la experiencia de las chicas en las clases de ciencias de la escuela. Hallamos que el profesorado de las clases mixtas casi nunca consideraba el sexo de sus alumnos como variable importante en el momento de planificar sus estrategias de enseñanza. Se fijaban en las diferencias de capacidad más que en las diferencias de sexo, y en cómo reaccionaban ante un aspecto específico de las clases las personas “inteligentes”, las “normales” y quienes estaban “retrasadas”. Como personas observadoras sin ningún conocimiento previo de la capacidad del alumnado, podíamos ver los distintos efectos que tenía la lección sobre ambos sexos, y, desde este punto de vista, algunas veces veíamos acontecimientos significativos que el profesorado pasaba por alto o daba por hecho como una característica normal de la clase. Una vez que habíamos señalado el problema, el profesorado veía, que normalmente podía sugerir soluciones.

El rechazo de las chicas hacia las ciencias físicas suele ser debido a una serie de pequeñas decepciones, aparentemente triviales y muchas veces no intencionadas. No existe una respuesta rápida, pero con una toma de conciencia por parte del profesorado y con un compromiso y apoyo por parte de la escuela en general, muchas más chicas estudiarían física, química, electrotecnia, gestión y otras tecnologías.

Esperamos que el informe estimulará al profesorado que no participó en GIST para que considere de nuevo sus técnicas de enseñanza, y amplie y perfeccione las ideas del desarrollo curricular presentadas aquí. El capítulo 1 proporciona algunos hechos y cifras sobre las diferencias por sexo en los resultados de los exámenes y la representación de la mujer en puestos de trabajo profesionales y

empresariales. El capítulo 2 utiliza hallazgos de la encuesta GIST sobre las actitudes del alumnado de once años que sugieren cómo empieza el fracaso escolar de las chicas en las ciencias físicas. Para resolver el problema de las chicas y las ciencias hacen falta cambios en la enseñanza de las ciencias (capítulo 3), así como en el contenido de las programaciones (capítulos 4 y 5). El capítulo 6 intenta rebatir la idea de que ciencias y tecnología son terrenos exclusivamente masculinos. En los apéndices encontramos ejemplos de cómo se pusieron en práctica algunas de las ideas durante el proyecto GIST. La mayor parte de este material puede ser reproducido por el profesorado, pero los que lean el libro se darán cuenta, igual que nosotras en el transcurso del trabajo, de que la utilización del material tendrá escaso efecto si no se transforma en profundidad la actitud de las escuelas respecto al papel que tendrán que desempeñar en el futuro las actuales estudiantes.

Me gustaría agradecer a otras personas integrantes del equipo GIST, Alison Kelly, Judith Whyte, John Catton, Vera Ferguson, Dolores Donegan, por su participación en el trabajo anteriormente descrito. Y también a todo el profesorado de las escuelas GIST, sin cuya colaboración este informe no hubiera podido realizarse.



Alcance del problema

En general todo el mundo piensa que Gran Bretaña, como nación industrial, debe su prosperidad a la cantidad de científicos, tecnólogos e ingenieros capacitados que posee. Estos profesionales son casi exclusivamente hombres. Dado que al menos la mitad de la gente joven más capacitada son mujeres, esta escasa representación de las mujeres en las ciencias supone la pérdida de uno de los recursos más valiosos del país. También evita que las mujeres tengan acceso a una gran variedad de puestos de trabajo, y las obliga a aceptar una cantidad limitada de trabajos generalmente mal remunerados. Hay sectores crecientes de la economía, como la microelectrónica y la informática, que necesitan más personal cualificado científicamente, mientras los puestos de trabajo tradicionalmente femeninos, como operadoras no especializadas y administrativas, están en declive. Las mujeres jóvenes con una educación científica y técnica tienen mejores perspectivas que las que tienen asignaturas artísticas en C. S. E. o "O Level". Aparte de la utilidad de la cualificación científica en el mundo laboral, es deseable que toda la población tenga cierta comprensión de los temas científicos y técnicos con los que se enfrenta la sociedad. Pero las chicas siguen abandonando las ciencias físicas en cuanto éstas se convierten en optativas. Con respecto a los hombres, el fracaso de las mujeres en ciencias y tecnología en el actual sistema educativo y la proporción hombre-mujer en el estudio de una asignatura científica aumenta a medida que se sube en la escala educativa. Incluso en "O Level" hay grandes diferencias por sexos, tal como muestra la tabla 1.1 en la pág. 10.

En "O Level"*, entre todas las asignaturas, hay más chicas que participan y tienen más notas A-C que los chicos. En física hay tres veces más chicos que chicas, pero en biología la situación es casi la

contraria: el doble de chicas que de chicos. En química y matemáticas los sexos están más equilibrados, pero todavía las chicas no han igualado a los chicos en estas dos asignaturas. En lengua inglesa es más probable que participen las chicas y obtengan buenos resultados. En "A Level"**, la polarización de los sexos en matemáticas e inglés se hace más pronunciada. La proporción chico-chica en estas asignaturas/áreas es 2.8:1 y 0.4:1. En física y química continúa habiendo más chicos, pero el mayor número de chicas en biología se está reduciendo lentamente. En "A Level", por cada cuatro chicas hay tres chicos que estudian biología.

En la tabla 1.2 podemos ver la proporción hombre-mujer para asignaturas científicas en C. S. E. "O" y "A Level" y para todas las asignaturas a nivel escolar y universitario. Los datos para ingeniería/tecnología en la escuela han sido estimados combinando asignaturas técnicas.

Las ilustraciones muestran el crecimiento de la proporción de hombres sobre mujeres en todos los campos a niveles más altos: tres veces más hombres que mujeres tienen títulos superiores, aunque dos mujeres por cada tres hombres obtienen el primer título. En asignaturas escolares que llevan a la ingeniería/tecnología las chicas tienen una representación muy escasa.

Tabla 1.1: Matrículas y aprobados de "O Level" y "A Level" divididos por sexos

G. C. E. "O Level"	CHICOS		CHICAS	
	Matriculados	Aprobados A-C	Matriculadas	Aprobadas A-C
Lengua Inglesa	228,3	115,4	275,6	158,2
Matemáticas	171,8	104,4	149,8	78,8
Física	131,2	77,4	45,0	27,3
Química	87,1	54,9	55,4	33,0
Biología	84,4	50,6	148,8	78,1
Todas las asignaturas	1.497,5	865,8	1.564,2	909,2
G. C. E. "A Level"	Aprobados		Aprobadas	
Inglés	18,6	13,5	42,5	31,3
Matemáticas (todo)	64,3	43,8	23,1	15,9
Física	42,4	29,6	10,3	7,4
Química	29,9	21,8	15,0	10,8
Biología	18,1	12,2	23,7	16,0
Todas las asignaturas	318,6	217,4	269,6	183,0

* C. S. E. "O Level": Examen que se pasa en Inglaterra a los quince años.

** "A Level": Examen que se pasa a los diecisiete años.

Tabla 1.2: Total de hombres por cada mujer que estudia asignaturas científicas en varios niveles del sistema educativo y total de hombres y mujeres que obtienen títulos*

	Intento C. S. E.	Intento "O Level"	Intento "O Level"	Obtienen primer grado	Obtienen títulos más altos
Biología	0,43	0,57	0,76	1,16	2,04
Matemáticas	0,93	1,15	2,78	2,34	4,76
Química	1,47	1,57	1,99	2,88	5,08
Física	4,51	2,91	4,13	5,4	8,25
Ingeniería o Tecnología	~55,0	~62,0	~42,0	13,4	11,12
Todas las asignaturas **	1,02	0,96	1,18	1,5	2,92

* Basado en las "D. E. S." Estadísticas de los que han terminado sus estudios en la escuela y C. S. E. y G. C. E. Inglaterra, 1981, D. E. S., 1982.

** Basado en todas las admisiones en las asignaturas técnicas a nivel escolar.

Estos datos indican dos aspectos preocupantes para la formación de las mujeres. Primero, las mujeres están mal representadas en biología y arte, así como ciencias físicas y tecnología a niveles más altos. En segundo lugar, en física, química e ingeniería/tecnología, las mujeres están mal representadas en todos los niveles desde C. S. E. y "O Levels" hacia arriba.

Actualmente, las mujeres trabajan fuera de casa durante casi toda su vida, excepto en un período de cinco a siete años en el que se ocupan de sus hijas e hijos antes de la edad escolar. En nuestra sociedad, la educación de las chicas todavía se considera menos importante que la de los chicos. El porcentaje de mujeres que tienen acceso a una profesión es bajo comparado con el de otros países. Las comparaciones entre países a principios de los años 1970 muestran que en algunas zonas de Hispanoamérica y Asia, así como en la Europa socialista, el porcentaje de mujeres profesionales es mayor que en Gran Bretaña, donde la situación para las mujeres directivas y empresarias es especialmente mala. En Europa, sólo España, Italia y Yugoslavia tienen una representación menor de mujeres en estos puestos clave, y en España e Italia las mujeres representan un porcentaje más bajo del total en el mercado de trabajo que en Gran Bretaña. Quizás la falta de estudios científicos y técnicos en la educación de las chicas en Gran Bretaña ha inducido a menos chicas a carreras de la industria que en otros países tan parecidos a nosotros como Dinamarca y Austria. Puede ser que la actitud hacia las mujeres en puestos de responsabilidad sea menos favorable en el Reino Unido que en cualquier otro lugar de Europa (véase Tabla 1.3 en página 11b).

Tabla 1.3: Segregación vertical: comparación entre países de participación de las mujeres en los puestos de trabajo de nivel más alto

Censo año ¹	País	Porcentaje de mujeres entre			Censo año ¹	País	Porcentaje de mujeres entre		
		Todo profesionales ²	Directores y administradores ²	Total mano de obra ³			Todo profesionales ²	Directores y administradores ²	Total mano de obra ³
Europa Occidental					Latinoamérica (cont.)				
1970	Dinamarca	55	17	37	1970	Argentina	55	7	25
1975	Noruega	48	13	38	1971	Panamá	51	12	26
1975	Suecia	48	11	42	1970	Chile	50	17	23
1971	Italia	46	6	27	1975	Venezuela	50	7	28
1975	Finlandia	45	18	46	1973	Costa Rica	47	11	19
1968	Francia	43	12	35	1975	México	38	19	22
1971	Gran Bretaña	38	8	37	1972	Perú	33	5	21
1971	Austria	37	20	39	Oriente Medio y África				
1970	R. F. Alemana	34	14	36	1970	Libano	38	2	17
1970	España	33	4	20	1971	Bahrein	35	7	5
Europa Oriental					1975	Kuwait	34	2	12
1970	Polonia	50	27	46	1966	Irán	26	3	13
1970	Hungría	47	15	41	1966	Egipto	24	4	7
1971	Yugoslavia	46	9	36	1970	Siria	23	2	11
1970	Checoslovaquia	42	14	45	1966	Argelia	21	6	4
Norteamérica					Asia				
1976	Canadá	48	20	37	1970	Filipinas	57	29	32
1975	EE. UU.	42	20	39	1973	Tailandia	49	9	45
Latinoamérica					1971	Hong Kong	44	8	34
1970	Brasil	59	11	21	1971	Sri Lanka	41	6	26
1972	Paraguay	55	15	21	1975	Japón	38	5	37
					1975	Singapur	30	7	30
					1971	India	18	2	17

¹ En algunos casos los datos se refieren a las encuestas más recientes sobre el mundo del trabajo.

² Categorías de "International Standard Classification of Occupation" (ISCO): "Profesionales, Técnicos/as y Trabajadores/as en cosas afines" incluye, por ejemplo, científicos/as, ingenieros/as, contables, juristas, profesores/as, artistas, escritores/as y atletas. "Trabajadores/as, Administrativos/as y Gerentes" incluyen gerentes, funcionarios/a y el cuerpo legislativo.

³ Las definiciones de la población económicamente activa varían entre países, por ejemplo con respecto al grupo de edad, la inclusión de trabajadores/as no asalariados/as de la familia y el periodo de status de empleo al que se hace referencia.

Fuente: C. Hakim: *Occupational Segregation*. Research Paper N.º 9, Dept. of Employment, Nov. 1979 (de ILO *Yearbook of Labour Statistics 1976*).

Las cifras de estudiantes de ciencias muestran que las mujeres en Occidente consiguen menos títulos en ciencias que las mujeres de otras zonas del mundo. En Centro y Sudamérica y Europa Oriental hay más estudiantes femeninas que masculinas en ciencias naturales. En Europa Oriental y Asia hay muchas más estudiantes femeninas de medicina que estudiantes masculinos. La ingeniería es el único terreno en el que el hombre domina en todo el mundo, pero incluso en esta disciplina hay una gran diferencia entre Europa Oriental, donde una de cada tres ingenieros/as es una mujer, y Europa Occidental, donde la cifra es menor de una de cada veinte (véase tabla 1.4 en página 13).

Tabla 1.4: Media de estudiantes masculinos por cada estudiante de ciencias femenina en seis zonas del mundo

	Ciencias Naturales	Ingeniería	Medicina	Toda educación terciaria
África (15)*	3,03	5,88	2,04	2,50
Países Árabes (6)	2,38	7,14	1,41	2,27
Europa Occidental (23)	1,92	25,0	1,12	1,56
Centro y Sudamérica (13)	0,93	7,69	1,09	1,64
Europa Oriental (6)	0,88	3,13	0,31	0,99
Asia (12)	1,09	8,33	0,71	1,64

Tabla 1.5: Media de estudiantes masculinos por cada estudiante de ciencias femenina comparado con su representación en la educación terciaria en general en seis zonas del mundo (número de hombres por cada mujer en cada ramo dividido por el número de hombres por cada mujer en toda la educación terciaria)

	Ciencias Naturales	Ingeniería	Medicina
África (15)	1,21	2,32	0,81
Países Árabes (6)	1,05	3,13	0,62
Europa Occidental** (23)	1,25	16,67	0,72
Centro y Sudamérica (13)	0,57	4,76	0,66
Europa Oriental (6)	0,88	3,13	0,31
Asia (12)	0,66	5,00	0,43

* El número de países para los que los datos han sido bastante completos como para justificar su inclusión se presenta entre paréntesis después del nombre de la zona.

** "Europa Occidental" se refiere a países con un tipo de cultura de Europa Occidental (incluye Israel, Japón y Australasia).

Los datos se refieren a los años 1976, 1977 y 1978, y se basan en la tabla 3.12, *Libro de Año Estadístico de UNESCO*, 1981.



¿Por qué las chicas abandonan las ciencias en Gran Bretaña?

P

ara el profesorado, la interrogante de por qué tantas chicas abandonan las ciencias físicas y la técnica cuando estas asignaturas son opcionales plantea muchas posibles preguntas:

¿Tienen distintos intereses y/o diferentes capacidades los chicos y las chicas?

¿Parece excluir a las chicas la imagen masculina de las ciencias y la tecnología?

¿Está mal elegido el momento de hacer las opciones en este país?

¿Tienen las chicas un estilo de aprendizaje diferente?

Los métodos modernos de enseñanza ¿están más adaptados a la forma de aprender de los chicos?



El debate entre quienes defienden un fundamento biológico —o por contra sociológico— para explicar las diferencias psicológicas que se observan entre los sexos ha sido muy largo y duro. ¿Es la naturaleza o la cultura la que hace que las chicas abandonen las ciencias? El “GIST Initial Survey”^{*} da una visión clara de las diferencias entre sexos en cuanto a capacidad, éxitos y experiencia que son importantes para esta cuestión.

En el “GIST Science Knowledge Test” (Prueba de Conocimiento de Ciencias de GIST), a los once años hay pocas diferencias entre los sexos. Las chicas tenían unos resultados ligeramente mejores que los chicos en las preguntas de biología y los chicos ligeramente mejores que las chicas en las preguntas de física, pero las diferencias eran muy pequeñas. Sin embargo, hay diferencias muy grandes en los temas que los niños y niñas eligen para escribir una redacción que se solicitaba en la prueba (véase tabla 2.1.). Los temas más populares entre los niños y menos entre las niñas eran las lanzaderas, un viaje espacial y los coches. Los temas de estudio de la naturaleza eran más populares entre las chicas que entre los chicos, y ambos sexos se interesaban mucho por el cuerpo humano.

¿Son innatas las habilidades e intereses relativos al sexo?

Tabla 2.1: Preferencias de títulos de redacciones (del test de Science Knowledge)

CHICAS		CHICOS	
	%		%
Cuerpo humano	25,7	Lanzaderas y viaje espacial	19,9
Pájaros	21,8	Cómo funcionan los coches	18,1
Semillas	21,2	Cuerpo humano	15,2
Vida en el estanque	14,0	Pájaros	11,7
Rocas/fósiles	10,3	Vida en el estanque	11,2
Cómo funcionan los coches	3,5	Semillas	10,3
Equipo de química	1,9	Rocas/fósiles	9,1
Lanzaderas y viaje espacial	0,6	Equipo de química	4,5

^{*} Breve resumen de A. Kelly, B. Smail, J. Whyte, “The Initial GIST Survey: Results and Implications”, 1981 (se puede obtener en GIST, 9a Didsbury Park, Manchester M20 OLH). Informe más completo en los tres artículos siguientes de B. Smail y A. Kelly: “Sex Differences in Science and Technology among 11 year-old School Children, I Cognitive Research in Education in Science and Technology”, vol. 2, n.º 1, 1984; “Sex Differences in Science and Technology among 11 year-old School Children, II Attitudes”; “Research in Education in Science and Technology” vol. 2, n.º 2, 1984; y “Sex Stereotyping and Attitudes to Science among 11 year-old School Children”, *British Journal of Educational Psychology* (en imprenta). El “Final Report”, por A. Kelly, J. Whyte y B. Smail se puede conseguir en el Departamento de Sociología, Universidad de Manchester.

Encontramos tendencias parecidas en un cuestionario más detallado en el que se solicitaba a niñas y niños que pusieran en orden de interés una variedad de temas que podrían incluirse en un programa de Ciencias de primer año de escuela secundaria. Las preguntas del cuestionario podrían agruparse en cuatro categorías: Ciencias Físicas, Biología humana, Ciencias de la Naturaleza, divulgación (el tipo de temas sobre los que se hacen programas de televisión, “Animales en la selva”, “Fósiles”, “Ácidos y productos químicos”). Los resultados de estos cuatro grupos o escalas revelaron que, ya a los once años, antes de estudiar Ciencias de manera formal en la escuela, algunas chicas y chicos tenían ideas claras sobre qué rama científica querían aprender. En general, a las chicas no les interesaban las ciencias físicas, y a los chicos no les interesaba el estudio de la naturaleza. Ambos sexos quieren saber más sobre el estudio del cuerpo.

A las chicas y chicos también se les preguntaba sobre sus experiencias precientíficas. El cuestionario “The Science Activities” contiene una lista de 42 actividades, como “jugar con una lupa”, “utilizar un destornillador”, “intentar reconocer los árboles por sus hojas”. Se pidió al alumnado que indicara si había participado “a menudo”, “una o dos veces” o “nunca” en cada actividad. Los resultados mostraron unas enormes diferencias entre los sexos. Cuando se utilizan herramientas en las “chapuzas”, ayudando a reparar coches o bicicletas, y cuando se hacen construcciones con mecanos y motores eléctricos, los chicos demostraron mucha más experiencia que las chicas, mientras que las chicas tenían más experiencia en actividades biológicas. Los chicos leían más libros que las chicas y veían más programas de televisión sobre ciencias.

Otros análisis de los datos muestran que las chicas que se interesaban por las ciencias físicas a los once años (que era un caso poco corriente) solían tener más experiencia en reparaciones y habían leído más libros y visto más programas sobre divulgación científica antes de empezar a estudiar Ciencias en la escuela. Las chicas que no tienen experiencia previa de juguetes mecánicos y eléctricos dicen que no les apetece aprender sobre máquinas y electricidad; a las chicas que tienen experiencia les interesan.

Vemos que, a los once años, las chicas y los chicos obtienen *los mismos resultados* en ciencias, pero ya tienen *intereses* muy distintos. Hay un vínculo evidente entre sus aficiones y las experiencias que tienen. Las chicas (y los chicos) que saben algo de ciencias físicas antes de empezar las clases oficiales de ciencias son los que se interesan en estas asignaturas.

El “GIST Initial Survey” también investigó diferencias de sexo en la visualización espacial (la posibilidad de visualizar e imaginar que están manejando objetos bi- y tridimensionales). En general, los hombres obtienen mejores resultados que las mujeres en las pruebas espaciales, y algunos estudios indican que quienes se dedican a las ciencias físicas consiguen mejores resultados en estas pruebas que quienes se dedican al arte y oficios, a ciencias sociales, o incluso a biología. GIST averiguó que, a los once años, los resultados de los chicos en la prueba de visualización espacial eran superiores que los de las chicas.

Quienes defienden un fundamento biológico para el bajo rendimiento de las chicas en las ciencias y la tecnología, algunas veces suponen que la capacidad de representación espacial determina los éxitos científicos; pero el que la experiencia influya sobre la capacidad, es algo que todavía está por averiguar. Si se pueden mejorar los resultados de las pruebas espaciales dando al alumnado bases científicas y/o técnicas, ello indicaría que los mejores resultados actuales de los hombres y científicos físicos podrían ser atribuidos más al fruto de una mayor experiencia que a una habilidad innata.

Un experimento evidente que apoya esta interpretación tuvo lugar en una de las escuelas GIST durante la prueba. Se hizo una prueba con un pequeño grupo mixto (60 niños y niñas) en el momento de su admisión a la escuela secundaria, y doce semanas más tarde, cuando la mitad del grupo tomaba un curso preparatorio en talleres técnicos, mientras la otra mitad estudiaba ciencias domésticas. Las chicas y los chicos que cursaron asignaturas técnicas tuvieron mucho mejores notas en la prueba de visualización espacial comparados con

quienes estudiaron asignaturas domésticas, y las chicas del grupo técnico fueron las que más mejoraron. Este resultado sugiere un vínculo entre hacer prácticas con materiales tridimensionales y la capacidad de visualización espacial. También indica que si se permite que las chicas y las mujeres tengan acceso a este tipo de experiencias, sus resultados en las pruebas de lo que se llama “habilidad espacial” mejorarán (Smail, 1983).

De nuevo, los resultados nos remiten a los juegos en los que participan chicas y chicos. El niño estereotipado juega con cochecitos, barcos, trenes o con motores eléctricos o mecánicos. Puede ayudar cuando el coche familiar necesita una reparación o cuando la nueva lavadora necesita un enchufe. En Navidad y en su cumpleaños recibirá juguetes de construcción como Meccano o Lego, juegos de química, enciclopedias científicas, juegos de ordenador como los “Invasores del Espacio”. La niña estereotipada recibe muñecas y juegos de cocinitas para la casa; las muñecas tienen cabello que se puede lavar y rizar; la animan a hacer trabajos donde no pueda utilizar sus habilidades mentales, como bisutería, o prensar flores silvestres; le regalarán libros que traten sobre bailarinas de ballet y caballitos.

El “GIST Survey” encontró que los chicos y chicas que aceptaban el estereotipo sexual estaban menos interesados/as en aprender sobre las Ciencias junto con el sexo opuesto. Así, los chicos más estereotipados, los más “machos”, no estaban interesados en el estudio de la naturaleza, y las niñas que creían más que debían ser “femeninas” (no “chicazos”), no estaban interesadas en aprender ciencias físicas. Las chicas que querían saber más sobre física y química creían que la gama completa de comportamientos y ocupaciones “masculinos” y “femeninas” estaba abierta para ellas, desde maquillarse hasta hacer deportes violentos (desde el ballet hasta la ingeniería); no notaban las barreras.



Hasta ahora, hemos considerado a los chicos y chicas en el momento de su admisión a la escuela secundaria y hemos visto que muchas chicas llegan a las primeras clases de ciencias de la escuela con más experiencia en ciencias biológicas que en física y con una perspectiva limitada de las direcciones que podían tomar. Las chicas más atípicas, que creen que pueden hacer cualquier cosa, continuarán creyendo esto, a menos que su vida en la escuela les enseñe lo contrario. En algunas escuelas, la composición por sexos de la clase en la escuela “upper”* secundaria transmite mensajes muy claros a los chicos y chicas que tienen que elegir asignaturas para los exámenes. Una chica que quiere elegir física o gestión tecnológica tendrá que estar muy segura de su capacidad en estas áreas si en las clases “upper” school no hay otras chicas. Por desgracia, los chicos y las chicas deben elegir su orientación en la vida en una fase en la que son muy conscientes del desarrollo de su sexualidad. A los catorce años, tanto unas como otros, desean afirmar que son verdaderamente “masculinos” o verdaderamente “femeninas”. Para que una chica de catorce años elija física en una escuela mixta, debe superar el miedo a que se piense que ha perdido su femineidad por dos razones: primera, porque la física es un tema que suelen estudiar los chicos más que las chicas, y la asociará con una asignatura masculina; en segundo lugar, dado que sólo las chicas muy capaces son las que se atreven a cruzar la barrera, demostrará abiertamente por su elección que se cree muy inteligente: un acto terriblemente “poco femenino”.

La hora de la elección

En las escuelas segregadas hay más chicas que eligen ciencias físicas porque la primera barrera no existe en la escuela (aunque las chicas pueden ser conscientes de que existe fuera, en el mundo real). En las escuelas donde las ciencias físicas son obligatorias para todos/as hasta la edad de dieciséis años se ha visto que hay más chicas que eligen continuar en ciencias en sexto curso. Esto muestra que una mayor práctica con la materia puede reducir su imagen masculina que, con una mayor madurez, plantea menos amenazas a la joven sobre

* “Upper-School”: las clases más avanzadas de la educación secundaria.

su idea de la propia femineidad. El final del tercer año de la escuela secundaria es quizás la peor época para que los chicos y las chicas elijan asignaturas, porque en torno a la pubertad la polarización de los sexos está en su punto más alto y las elecciones no estereotipadas son extremadamente difíciles.



Estilos de aprendizaje y métodos modernos

Entre la admisión al centro y la elección de asignaturas, las chicas y los chicos estudian ciencias juntos durante tres años. ¿Ocurre algo durante estas clases que desanime a las chicas a continuar con esta materia?

Primero hay que decir que la tradición de la educación científica en Gran Bretaña ha salido de las escuelas públicas de chicos. Sólo durante los últimos quince años las chicas han sido consumidoras de la educación de física y química, y únicamente durante los últimos cinco años las chicas han empezado a estudiar asignaturas técnicas. Los programas de estudios hasta Nuffield y más allá han sido determinados por la ciencia que los profesores creen que interesaría a los chicos. Los libros de texto están mejorando (ver capítulo 5), pero existe una tendencia generalizada entre los autores a plantear un modelo de lector varón con experiencias e intereses estereotipados masculinos. Las lanzaderas, los coches, el fútbol y las armas proporcionan ejemplos de fenómenos científicos; ¡las mujeres se muestran como madres que se preocupan de limpiar y encerar los suelos!

Sin embargo, hay pocas escuelas que utilicen con asiduidad los libros de texto en la enseñanza de ciencias de “lower” school*, y prefieren utilizar sus propias obritas y hojas fotocopiadas. Por esto difiere mucho la calidad y enfoque entre escuela y escuela. Los ejemplos en el capítulo 4 están tomados de ocho escuelas del programa GIST, que no son una muestra representativa, pero cubren una gama de escuelas con diversos métodos de organización del departamento de ciencias. En este material producido por las escuelas había dos características que podían criticarse porque desaniman a las chicas, aunque no lo hagan posiblemente con los chicos. Un aspecto preocupante del material era la tendencia a empezar con una teoría difícil, dando ejemplos cotidianos e ilustraciones al final de la obrita u hojas fotocopiadas. Esto presenta un grave obstáculo al principio del trabajo para quienes están menos motivados/as o tienen menos conocimientos previos: quizás principalmente las chicas. Otro rasgo preocupante era lo mucho que se insistía, algunas veces de forma irónica, sobre el peligro de algunos experimentos, particularmente la manipulación de los ácidos y la electricidad. La mayor familiaridad de los chicos con las “chapuzas” caseras y los juegos de química, así como el intento de hacerse “el duro” con los demás chicos, pueden llevarles a arriesgarse; pero las chicas que cuentan con menos experiencia y son menos violentas y ruidosas se retraen ante estas advertencias de peligro.

La ventaja en experiencia y confianza en sí mismos que los chicos aportan a las clases de ciencias físicas es un problema para el profesorado en otros aspectos. En algunas lecciones, parte del tiempo se dedica a una sesión de preguntas y respuestas. Si el profesor/a utiliza el método de “levantar la mano” para elegir a quien tendrá que contestar, la mayor experiencia de los chicos en física y química a menudo les permitirá dominar esta interacción. En situaciones de aprendizaje individual, los chicos encuentran que pueden avanzar muchísimo porque parte del material les resulta familiar por su experiencia informal precientífica. Suele haber un ambiente muy competitivo en las clases de aprendizaje independiente, que puede desanimar a las chicas, las cuales piensan que están fuera de combate antes de empezar.

El punto de partida para lograr una situación más equilibrada comienza cuando el profesorado es consciente de que sus clases están dominadas por los chicos. Es difícil para el profesorado darse cuenta por sí mismo de esta situación, pero basta con una o dos personas encargadas específicamente de observar las

interacciones del profesorado/a con los chicos y las chicas, para que se den cuenta, por muy escéptico/a que sea frente a este problema. Una vez que el profesorado percibe que muchas chicas necesitan contrarrestar su falta de experiencia científica informal a los once años, las estrategias para manejar la clase mixta se hacen evidentes.



Acciones positivas

Durante el proyecto GIST varias escuelas organizaron un club de ciencias y/o tecnología “sólo para chicas”, a mediodía o después de la escuela, para aumentar la confianza de las chicas en manejar instrumentos y máquinas. La mayoría del profesorado eligió actividades femeninas estereotipadas, como la elaboración de pan o hacer cristal soplado, para animar a las chicas a ir a las primeras reuniones, y cambiaron a proyectos científicos con asociaciones más “masculinas”, como hacer circuitos electrónicos, cuando ya tenían confianza en sí mismas. Si la “femineidad” del club no se resaltaba desde el principio, las chicas eran reacias a acudir. Por ejemplo, un profesor en una escuela quería empezar un club de tecnología de estudiantes de segundo año para hacer maquetas de trabajo de Meccano y Fisher-Technik. Se resistía a admitir que fuera sólo para chicas, y en lugar de esto insistía en que su método de conseguir gente aseguraría que fueran más chicas que chicos. A la primera sesión acudieron treinta chicos y tres chicas. Después de una discusión con las chicas de segundo año (en ausencia de los chicos) sobre su falta de entusiasmo hacia el club, se convenció a siete chicas para que tomaran parte y se dio a dos la responsabilidad de cuidar el equipo. El club empezó construyendo torres y haciendo pruebas de estabilidad (un trabajo práctico con enormes connotaciones “masculinas”), pero al final del primer trimestre las chicas progresaron hasta el punto de hacer un proyecto de grupo sobre un modelo de parque de atracciones con columpios y tióvivos. Para el día de la exposición fabricaron un conjunto de circuitos integrado y timbres de zumbido y de campana para demostrar su capacidad en el campo de la electrónica. Cuando el club entró en el segundo año de funcionamiento, las chicas superaron en número a los chicos, mostrando que las chicas pueden interesarse por la mecánica y la electricidad si se cambia la imagen masculina de estas actividades.

Hay un riesgo de fomentar actividades femeninas “tradicionales”, como fabricar cosmética o dedicarse a ciencias alimentarias, de que el estereotipo simplemente se refuerce y las chicas nunca aprendan a superar su miedo a las actividades típicamente masculinas en asuntos científicos, como la comprensión de los motores de automóviles y los sistemas de embrague. El ejemplo del club de tecnología está bien porque demuestra tres contextos en los que estas actividades científicas “masculinas” son aceptables para las chicas. Primero, se pidió a las chicas que hicieran una función de ama de casa -: cuidar el material. En segundo lugar, trabajaron en grupo, más que individualmente. En tercer lugar, los modelos que fabricaron estaban basados en objetos que preocupaban a las mujeres -: juguetes de niños. En este caso, los contextos fueron impuestos en el trabajo por las mismas chicas, pero el profesorado puede utilizar estrategias parecidas para evitar que las chicas abandonen. Sin embargo, al adaptar las ciencias a contextos más “femeninos”, hay que conseguir que ambos sexos comprendan los mismos principios científicos subyacentes y puedan, en definitiva, abstraerlos del contexto y aplicarlos en otras situaciones. La “feminización” es una táctica importante para facilitar los primeros pasos de las chicas en las ciencias físicas y la tecnología, pero las profesoras y profesores deberían ser conscientes de que el objetivo último es suprimir este estereotipo y presentar las ciencias de forma que sean igualmente aceptables para las chicas que para los chicos. A la inversa, los problemas que tienen las chicas en las ciencias físicas lo tienen los chicos con las ciencias naturales. Los programas de David Bellamy muestran cómo la botánica puede presentarse de forma que atraiga a los hombres y los chicos. Por ejemplo, a menudo utiliza analogías militares. Un trabajo paralelo es el de los que quieren animar a las chicas para que estudien física, ingeniería y tecnología; las analogías “femeninas son necesarias de vez en cuando, para que las chicas se sientan cómodas con el área de estudio”.

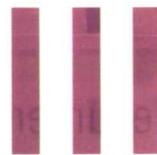


Resumen

A los once años, las chicas tienen distintos intereses y experiencias en ciencias. A esta edad no hay gran diferencia entre los sexos en cuanto a rendimiento.

A las chicas que tienen algo de experiencia en ciencias físicas antes de los once años les interesa, pero a la mayoría de las chicas les falta experiencia en mecánica, electrónica y construcción de modelos. No han utilizado nunca herramientas sencillas, por ejemplo, destornilladores. Las chicas de la escuela “lower” secundaria participarán voluntariamente en “hobbies” eléctricos y mecánicos si éstos son presentados en un contexto “femenino”. Se muestran reacias si la actividad es de estereotipo masculino y abierto tanto a los chicos como a las chicas. Las chicas abandonan las ciencias físicas fundamentalmente por falta de interés y por las dificultades que conlleva elegir algo típico del sexo opuesto al principio de la adolescencia. Las diferencias que presentan los sexos en su interés por estos asuntos derivan de las diferencias en experiencia científica. A fin de fomentar el interés, debe animarse a las chicas a conseguir experiencia en ciencias físicas y técnicas lo antes posible.

El problema se solucionaría en parte si se dejara hacer la elección a partir de los dieciséis años, pues para las chicas que no han madurado se hace difícil establecer una identidad sexual eligiendo asignaturas solamente “femeninas”.



Cómo organizar el laboratorio/clase para que las chicas reciban un trato justo



Las escenas que se describen en este capítulo son ficticias, pero se basan en casos observados durante el Proyecto GIST.

5 de septiembre, 1983: Escuela comprensiva de cualquier ciudad

Comienza un nuevo curso. Hay que enseñar a otro grupo de estudiantes de primer año la escuela y sus costumbres. A la hora del almuerzo, ya han encontrado amistades de la escuela primaria y se empiezan a formar nuevos grupos amistosos sobre la base de grupos de diferentes niveles formados por el profesorado. Ya no son personas extrañas. La primera clase después del almuerzo es de ciencias (Sala LB9). El profesor, Sr. E., espera su llegada y les aguarda en la puerta. “Venga, vosotros, ¡todos rápidamente en fila! Las chicas a la derecha, los chicos a la izquierda.” (Confusión -, empujones y codazos en el estrecho pasillo hasta que se forman dos filas unisexuales.)

“¡Señoritas primero!” (quejas de los chicos). Las chicas entran en el laboratorio y se precipitan hacia el banco del fondo, ansiosas de reclamar como propia esa zona selecta de la clase. El banco de en medio está casi lleno por dos grupos de tres chicas, uno en cada extremo. Los chicos entran y llenan el banco de delante. Algunos chicos traen banquetas de las zonas desocupadas del banco de en medio para apretarse en el banco de delante.

El profesor ve lo que ocurre y manda a los chicos que se sienten en los bancos de en medio entre los grupos de chicas. Aceptan a regañadientes (risitas y codazos de los que están delante a salvo). Una vez que la clase está callada, el Sr. E. empieza a explicar: “El laboratorio es un lugar peligroso; hacen falta normas si queremos hacer las prácticas

con seguridad. Hoy vamos a ver una película sobre la seguridad en el laboratorio (el proyector está en el centro del banco de en medio). Las chicas del fondo tendréis que traer vuestras banquetas a los lados para que podáis ver...”

La división del espacio de la clase entre zonas de chicas y de chicos se observa en la mayoría de clases mixtas de escuelas secundarias “lower”. Algunas veces, las chicas están delante y los chicos al fondo, otras veces están a la derecha y los chicos a la izquierda. La línea divisoria puede no estar tan claramente definida en unas escuelas como en otras, pero casi siempre existe. La división resalta las diferencias entre sexos de manera innecesaria para los fines de la educación científica y puede ser nociva para el aprendizaje de las chicas en algunas circunstancias. Al considerar la escena típica anteriormente descrita con más detalles, vemos que el Sr. E. (inicial de estereotipo) toma varias decisiones sobre su forma de manejar la clase. Quizás en esta fase de su carrera en la enseñanza, estas acciones pueden constituir una segunda naturaleza para él, pero siempre hay alternativas.

El Sr. E. saluda a la clase en la puerta. Para organizar el grupo en un espacio limitado, utiliza el sexo del alumnado para dividir en dos al grupo. Los grupos pequeños pueden controlarse más fácilmente. Dividir el grupo por sexo es un método de control. El Sr. E. envía a las chicas a la clase en primer lugar. Está siendo galante y educado y permite a las chicas elegir sus asientos.

Por desgracia, los mejores sitios desde el punto de vista del alumnado ¡no son aquellos en los que se puede atender mejor a la lección! Las chicas han hecho una elección poco sensata si quieren escuchar claramente todas las instrucciones y discusiones. Se sientan a los lados y al fondo de la clase, donde pueden ocultarse fácilmente del profesor.

Los chicos, en este caso, ocuparán la parte de delante y el centro de la clase. Quizás el profesor se quede satisfecho con esta disposición. Después de todo, así puede controlar fácilmente a los chicos traviesos. Estas niñas tan simpáticas y calladas no se enterarán de mucho desde el banco de atrás. De hecho, ¡puede que abandonen totalmente! La película sobre seguridad, al insistir sobre los peligros del laboratorio, también está dirigida a controlar a los chicos. Las chicas pueden necesitar un enfoque diferente, más acogedor, si quieren dar sus primeros pasos para ser científicas.

El Sr. E. podía haber utilizado una variedad de temas para comenzar su curso. Si hubiera elegido un trabajo práctico, seguro, colorido, utilizando vasos de precipitación de plástico, embudos y cilindros de medición, por ejemplo cromatografía o filtros para separar compuestos e investigar sobre su composición, la lista de peligros y precauciones hubiera sido innecesaria. Es más posible que sea eficaz tratar cada punto de seguridad según va surgiendo en el transcurso del trabajo, que enseñar una película y luego dar por hecho que las alumnas y alumnos se van a acordar.

Al principio de la lección, el Sr. E. podría haber decidido utilizar el orden alfabético de nombres o apellidos para dividir el grupo si la división fuera fundamental. A-K en un lado, L-Z en otro. O podía haber utilizado los cumpleaños: enero-junio y julio-diciembre.

Cuando los muchachos y las muchachas entraron en el laboratorio, hubiera podido dejar que se sentasen juntos grupos unisexuales formados por amigos, pero podía haber conseguido que cada banco tuviera una mezcla de chicos y chicas. Con esta estrategia hubiera podido evitar la tentación de utilizar el sexo como etiqueta para referirse a los grupos de alumnos y alumnas: “las chicas del fondo” se convertirían en “las del banco del fondo”. Un proyecto de asientos mezclados reduce la tendencia de un grupo particularmente interesado o agresivo de chicos a monopolizar la atención del profesor. Así, desdibujaría en vez de acentuar la división entre sexos.

Durante el proyecto GIST, una escuela experimentó con grupos mixtos para el trabajo práctico. El profesorado dijo que había funcionado en el primer trimestre, pero que después de Navidades todo el mundo había querido trabajar

con sus amigos y amigas; así que se rompieron los grupos. A la edad de once años, los sexos parecen tener una aversión “natural” mutua. Es difícil para las profesoras y profesores cambiar estos prejuicios, y, como ocurre con la raza, la confrontación puede endurecer las actitudes más que cambiarlas. La política de GIST siempre fue sugerir y apoyar estrategias posibles y no utópicas. Si el profesorado interesado encontraba una sugerencia poco realista para su situación, no estaba obligado a adoptarla. Sin embargo, pedíamos que no volviesen a las antiguas costumbres, sino que llegasen a un compromiso. El ejemplo intenta mostrar a las profesoras y profesores cómo llegar a un compromiso para sentar al alumnado.

La clase de la Sra. R. muestra otras dos situaciones en las que la profesora tiene que estar atenta para ejercer un control sutil de modo que las chicas y los chicos tengan verdaderamente las mismas oportunidades. Es la primera lección en la que el alumnado va a utilizar un quemador Bunsen. Necesitan un tapete protector, una probeta y unos soportes de probetas, un cristal para el reloj (*watch glass*), gafas y el Bunsen. Después de demostrar la técnica, la Sra. R. señala los cajones y armarios donde se encuentra guardado el equipo y dice a las alumnas y alumnos que terminen de copiar de la pizarra los deberes que tienen que hacer, antes de recoger su equipo y empezar el experimento (a partir de las hojas de trabajo) calentando sulfato de cobre. La jarra de sulfato de cobre está en el banco de la profesora. Los chicos del banco de delante murmuran; uno copiará los deberes por todos, mientras los demás cogen las piezas del equipo necesarias. Las chicas copian con cuidado todo lo que está escrito en la pizarra, y luego leen la hoja de trabajo para saber exactamente qué equipo necesitan. Llegan al armario Bunsen y ven que los que quedan no tienen tubos de goma o están bloqueados con tizas. Diez minutos después, la profesora ha organizado el equipo de trabajo para ellas y ya pueden empezar, pero ¿dónde está la jarra de sulfato de cobre? ¡Está “escondida” en la zona de chicos del laboratorio!

Varios observadores vieron incidentes similares a éste durante el proyecto GIST. En una escuela, un profesor de biología y educación social consiguió organizar un debate con un grupo unisexual de chicas sobre la diferencia entre los sexos en el comportamiento en clase de ciencias. Estas muchachas confirmaron lo que ya le habíamos indicado al profesor, que nos decía: “¿Por qué pierden el tiempo observando? Pregunten a las chicas; les dirán cómo ganan los chicos en las ciencias.” Desde luego, los chicos se organizan para conseguir el mejor equipo y terminar antes el experimento, aunque esto suponga desobedecer las instrucciones del profesor/a. Las chicas hacen lo que se les dice y terminan desanimadas.

Varios profesores/as de GIST sugirieron unas cuantas soluciones a este problema. Primero, la Sra. R. o su asistente del laboratorio debía haber comprobado el equipo antes de la clase; en segundo lugar, lo podía haber distribuido ella misma mejor que diciendo a los alumnos que lo cogieran. Si la Sra. R. hubiera observado la estrategia de los chicos podía haber autorizado a las chicas a hacer lo mismo: que una chica copiase los deberes mientras las demás cogían el equipo. También podía haber insistido en que los chicos hicieran el trabajo tal como ella había indicado. El equilibrio que muestra cada profesor/a entre animar a las chicas a comportarse más como los chicos y modificar el comportamiento de los chicos para que se parezca más al de las chicas depende de sus valores personales. A algunos profesores/as les resulta difícil animar a las tranquilas muchachas a ser enérgicas y competir con los chicos. Otros/as son reacios/as a dominar el espíritu competitivo de los chicos y su enfoque innovador. Sin embargo, todo el profesorado está de acuerdo en que deberían aplicarse las mismas normas a ambos grupos y que la dirección de la clase no debería permitir que un grupo consiga ventajas injustas.

Otras situaciones en las que un enfoque no estructurado puede permitir a los chicos dominar son las discusiones de clase y las sesiones de preguntas y respuestas o en cualquier momento cuando se piden personas voluntarias. Estas estrategias de enseñanza necesitan un manejo delicado, especialmente en campos como la mecánica y la electricidad, donde los chicos pueden tener una gran confianza en sí mismos. Quienes posean menos experiencia (normalmente las chicas) tendrán dificultades en ofrecer su ayuda como voluntarios/as e intentar hacer aportaciones. Las pruebas orales de preguntas y respuestas de la clase y los

deberes de recapitulación antes de pasar a la clase siguiente pueden controlarse fácilmente pidiendo alternativamente a una chica y luego a un chico por su nombre que conteste. Al hacer un esfuerzo consciente para evitar elegir la primera mano que se levante para que ayude en las demostraciones, los recados, etc., el/la profesor/a también evita caer en la trampa de tener a los chicos haciendo las ciencias mientras que las chicas miran o administran la oficina con el registro. Para aumentar la confianza de las chicas en su capacidad científica una profesora de GIST insistió en hacer preguntas a las chicas sabiendo que conocían la respuesta. Otra intentó alabar a los chicos y no a las chicas por sus cuadernos limpios y bien cuidados, para romper con la idea estereotipada de que las chicas hacen un mejor trabajo por escrito, mientras que los chicos tienen las mejores ideas.

Otra solución que utilizan algunas profesoras/es con los chicos que dominan la conversación en las clases es la “clínica” para tratar los problemas después de la clase. Entonces los alumnos más callados pueden recibir la atención personal del profesor/a. Las chicas (y algunos chicos) pueden estar reacias a admitir que no entienden algo delante de toda la clase, pero aprovecharán una situación en privado para hacer preguntas y solucionar las dificultades.

Muchas de estas estrategias son simplemente una buena enseñanza, pero como DES (1980) averiguó:

“Los/as profesores/as que tenían más éxito (en animar a las chicas) comprendían las dificultades del alumnado y explicaban detenidamente las cosas-rasgos que las chicas consideran particularmente importantes.”

El informe DES también encontró que tanto los profesores como las profesoras podían animar a las chicas. Estamos de acuerdo con su afirmación, pero sentimos la necesidad de señalar las dificultades que son específicas de los profesores.

Durante las observaciones GIST, nos dimos cuenta de que algunos profesores tenían una aproximación paternalista hacia las chicas.

A veces, terminaban el trabajo de las chicas ellos mismos en lugar de ayudar a las muchachas a superar sus propias dificultades. La tendencia de pedir a los chicos que luchan y ganen al final mientras dan a las chicas una solución fácil, transmite a los alumnos la evaluación de los profesores de su capacidad para enfrentarse con algo. Algunos profesores desafían y discuten con los chicos, pero piensan que es de mala educación tratar a las chicas de la misma manera.

Ann-Marie Wolpe (1977), que observó durante dieciocho meses una escuela (no era una escuela GIST) a mediados de los años setenta, vio a profesores responder a una conducta de coqueteo tímido por parte de las chicas. Cuando describe al Sr. B., un joven profesor bien vestido, dice: «Normalmente en su clase, cuando el alumnado le conoció mejor, varias chicas adoptaron una forma muy “tímida” de trato con él cuando le traían su trabajo a la mesa o cuando le llamaban para discutir un aspecto específico. “Señor”, dirían, con una risita, una sonrisa, un pestañeo y un movimiento hacia él. Este tipo de comportamiento no ocurría en clases con profesores varones mayores que se distanciaban de los alumnos...»

Además, este profesor definía para la clase la forma en que las chicas se tenían que comportar cuando intentasen ganar los favores de un hombre. Los libros de texto de una clase específica tenían que conseguirse pidiéndolos a otro profesor joven, también moderno. El Sr. B. eligió a una de las chicas más monas de la clase (y también de las más listas) para esta tarea, y le aconsejó: «Vete a ver al Sr. A., sedúcele, utiliza una voz encantadora, dile “muchas gracias, señor”, y sonríele cuando le pidas los libros.» La implicación de esta situación y otras semejantes no se me ocurrieron a mí en aquel momento. Pero, visto retrospectivamente, su importancia es evidente: estaba instruyendo a las muchachas y diciéndoles que el ser bonitas, simpáticas y encantadoras eran ingredientes fundamentales para conseguir objetivos específicos. Estas son cualidades femeninas. El Sr. B., “sin saberlo”, había definido la situación de los chicos y las chicas: los chicos también aprendían qué tenían que esperar de las chicas.

Este ejemplo ilustra sobre cómo el papel que juegan los profesores fuera de la clase como padres, maridos, amantes, afecta en sus respuestas al alumnado.

Los profesores pueden desarrollar una conciencia de cualquier prejuicio sexual en su propio comportamiento, preguntándose si tratarían a un alumno del sexo opuesto de la misma manera, o pidiendo a una colega que observe una serie de lecciones o grabando sus clases para analizar más tarde las interacciones.



Organizar el trabajo práctico en grupos mixtos desde el primer día. O, si el alumnado ya ha elegido trabajar en grupos unisexuales, asegurarse de que cada banco tenga algunos grupos de chicos y algunos grupos de chicas.

No dividir nunca la clase por sexos para juegos en equipo, concursos, etc.; para entrar o salir de las clases; para trabajar en el laboratorio.

Hacer preguntas a alumnas y alumnos concretos, nombrándolos/as en lugar de elegir la primera mano que se levante. Esto obligará a las chicas a contestar preguntas en vez de dejárselo a los chicos.

Elegir a las chicas por su nombre para que ayuden en las demostraciones. No dejarlas marginarse por timidez o retraimiento.

Alabar a las chicas por sus buenas ideas, así como por su trabajo esmerado. Alabar a los chicos por el trabajo esmerado, así como por sus buenas ideas.

Tratar con delicadeza los fallos en las respuestas y las dificultades de las chicas (y de los chicos). Dar un tiempo específicamente para consultas a fin de solucionar problemas; las chicas pueden ser reacias en admitir que no entienden delante de toda la clase, pero lo hacen en un grupo más pequeño.

No pedir nunca a un chico que entienda algo que ayude a una chica que no lo entiende.

Animar a las chicas a que tengan confianza en ellas mismas y piensen las cosas por sí mismas. Apoyarlas, pero no hacerles el trabajo.

Evitar instruir a las chicas para que sean “femeninas” y los chicos “masculinos”.

Comprobar el comportamiento propio. ¿Responde de forma diferente al mismo comportamiento en los chicos y las chicas? ¿Espera cosas diferentes de las muchachas que de los muchachos de su clase?

Orientaciones para dar a las chicas un trato justo en el laboratorio/clase.

Cómo organizar el currículum para que se adapte a los intereses de las chicas

Los objetivos fundamentales de la educación científica entre los once y los dieciséis años han sido definidos para el “Secondary Science Curriculum Review” (S. S. C. R., 1983). Si en las escuelas se llevaran a la práctica estos objetivos, deberían conseguir suprimir algunos de los desequilibrios entre sexos en las clases de ciencias después de los dieciséis años. Las ciencias comunes hasta terminar quinto año harán que la elección se retrase desde el principio de la adolescencia hasta una edad en la que se pueden tomar decisiones con más madurez. La inclusión entre los objetivos de S. S. C. R. de una declaración como la que indicamos a continuación sugiere que el nuevo programa insistirá sobre las implicaciones sociales y humanas de la ciencia.

La “Review” iniciará un trabajo de desarrollo que permita a la escuela proporcionar, en fases apropiadas de un programa de cinco años, oportunidades adecuadas para todos/as los/as estudiantes para:

- Estudiar los aspectos de la ciencia que son esenciales para la autocomprensión y el bienestar personal.
- Estudiar conceptos clave que son fundamentales para la comprensión del papel que juega la ciencia y la tecnología en una sociedad post-industrial y tecnológica.
- Aprender a apreciar que las tecnologías son expresiones del deseo de entender y controlar el entorno y que las tecnologías varían como respuesta a las necesidades sociales cambiantes.

Esta predisposición tendría que atraer a las chicas; tal como Ormerod (1981) ha mostrado, las chicas que tienen una visión positiva del efecto de las

ciencias sobre el medio ambiente y la raza humana suelen elegir en mayor número ciencias físicas. Para los chicos, por ejemplo, no hay ninguna relación entre esta visión positiva y la elección de física y química; sin embargo, una comprensión del valor práctico de las ciencias para la persona tenía una gran correlación con la elección de ciencias físicas por parte de los chicos, pero no de las chicas. Las chicas que eligen ciencias pueden tener motivos altruistas, mientras que para los chicos la elección puede ser muy instrumental, porque así tendrían mayores posibilidades de carrera.

Otra investigación (Bottomley y Ormerod, 1977) sugiere que a las chicas les gusta más la biología cuando ésta se dedica a la crianza y cultivo de plantas y animales más que al aspecto analítico. También se sugiere, según el nombre que dan los alumnos y alumnas, “ciencias de chicos” y “ciencias de chicas” (Ebbutt, 1981), que las ciencias que les gustan a las chicas son estéticas y tienen un producto final —por ejemplo, extraer esencias de plantas, la cromatografía y fabricar cristal—, mientras que las “ciencias de chicos” incluyen averiguación de leyes partiendo de observaciones trabajando sobre elementos, circuitos eléctricos, presión del aire...

Cuando al alumnado que tomaba parte en GIST le preguntaron cuál era su interés en averiguar más sobre ciertos temas científicos, había unas diferencias sexuales muy marcadas, tal como se ve en la tabla 4.1, donde se muestran por separado los temas más populares para chicos y chicas.

Tabla 4.1: Los temas más populares entre los alumnos de once años al entrar en la escuela secundaria

(La figura entre paréntesis es el porcentaje del otro sexo que contesta “Me gustaría saber más”).

CHICAS		CHICOS	
1. Qué alimentos son buenos para ti	73 (56)	1. Cómo funcionan los coches	78 (30)
2. Cómo se desarrollan las criaturas	70 (52)	2. Ordenadores	73 (47)
3. Nuestros ojos y cómo vemos	65 (51)	3. Volcanes y terremotos	71 (48)
4. Por qué aparece un arco iris	63 (47)	4. Estrellas y planetas	71 (46)
5. Cómo se fabrica un disco	63 (60)	5. Cómo funcionan las máquinas	67 (26)
6. Gérmenes y enfermedades	60 (36)	6. Cómo funcionan las radios de transistores	66 (31)
7. Animales en la jungla	60 (60)	7. Energía nuclear	64 (25)
8. Nuestros oídos y cómo oímos	58 (41)	8. Ácidos y productos químicos	63 (56)
9. Cómo funcionan nuestros músculos	58 (59)	9. Cómo se fabrica un disco	60 (63)
10. Ácidos y productos químicos	56 (63)	10. Animales en la jungla	60 (60)

Resulta evidente la insistencia sobre el cuerpo humano para las chicas y las máquinas para los chicos. Sin embargo, a muchos chicos les interesa también la biología humana y los ácidos y los productos químicos. “Cómo se fabrica un disco” y “Animales en la jungla” son igualmente interesantes para ambos sexos. El interés de las chicas en el arcoiris encaja con la idea de que la estética es parte de las “ciencias de chicas” (Ebbutt, 1981), mientras que el interés de los chicos en “Volcanes y terremotos”, “Estrellas y planetas” y “Energía nuclear” sugiere una preocupación por las grandes potencias naturales.



Personalidad e interés por las ciencias

Un libro reciente de Carol Gilligan (1982) sobre el desarrollo del sentido de los valores morales en las chicas y los chicos reúne algunas ideas sobre el desarrollo de la personalidad y los papeles masculino y femenino que sería importante para la división sexual en el interés por la ciencia. Chodorow (1974) argumenta desde una perspectiva psicoanalítica que, dado que las mujeres son en gran parte responsables de la crianza de los niños, las experiencias precoces de individuación y relación son distintas para las chicas que para los chicos. Esto significa que las chicas salen de la primera infancia con una base para la empatía formada en su autodefinición primaria. El desarrollo de los chicos necesita una separación más completa de la madre, y, por tanto, la personalidad del varón se define menos en términos de relación con las demás personas que la personalidad femenina.

Gilligan reexamina varios estudios a la luz de las hipótesis de Chodorow, aduciendo que en el pasado la psicología ha interpretado esta falta de separación en las mujeres como inferioridad femenina, mientras que, considerado desde el punto de vista de grupos de personas que conviven, ello presenta una visión del mundo igualmente válida y, en algunos casos, superior. Una breve revisión de su nuevo análisis del trabajo de Lever, Piaget, Kohlberg y Erikson da una idea de cómo desarrolla Gilligan su tesis.

Lever (1976) estudió la organización y estructura de las actividades de juegos en 181 niños/as entre diez y once años. Informó que había grandes diferencias de conducta. Los chicos juegan en grupos más grandes y con mayores diferencias de edad. Practican juegos más competitivos y no dan por terminado un juego si surge una pelea. Desarrollan un sistema complicado de normas para manejar la situación. Por otra parte, las chicas juegan en grupos pequeños con amigas más o menos de la misma edad. Los desacuerdos ocurren con menos frecuencia que con los chicos, pero, cuando aparecen, se abandona el juego. Piaget (1986) también observó que a los chicos les fascina cada vez más la elaboración legal de normas y desarrollo de procedimientos justos para resolver conflictos. Las chicas, según observó Piaget, tienen una actitud más pragmática hacia las normas, y “consideran que la norma es adecuada mientras el juego la recompense”. Las chicas son más tolerantes en su actitud hacia las normas, más deseosas de hacer excepciones, y aceptan con más facilidad las innovaciones. Piaget interpretó esto como falta de sentido legal entre las chicas. Lever también dedujo que la sensibilidad legal entre las chicas y el interés por los sentimientos de los demás tienen un escaso valor en una sociedad basada en el moderno éxito competitivo. Su observación sugiere que las chicas subordinan la continuación del juego a la formación de relaciones.

Kohlberg (1981) observó seis fases en el desarrollo moral del niño o niña. Las fases 5 y 6 se definen en términos de la capacidad de aplicar principios generales de justicia. En la fase 4, la persona adulta es capaz de ver *la relación como subordinada a las normas*. Kohlberg desarrolló su teoría sobre la base de un estudio de 84 chicos durante más de veinte años. Cuando aplicó su teoría con las mujeres puntuaron sólo hasta la fase 3 porque tendían a ver cada problema en un contexto y vinculado con las personas en esa situación, más que de manera abstracta. Gilligan argumenta que Piaget y Kohlberg están aplicando conceptos de moralidad de hombres, como *la justicia vinculada al entendimiento de los derechos y las normas*. Sugiere que el concepto de moralidad de las mujeres, en lo que se refiere a la actividad de los cuidados, basa el desarrollo moral en la comprensión de la *responsabilidad y las relaciones*. En el sistema de Kohlberg, las mujeres no se desarrollan más allá de la fase 3 porque conforman el problema moral de forma diferente a los hombres.

En su propio estudio sobre universitarios/as, Gilligan encontró a las mujeres más inclinadas a definirse a ellas mismas en términos de una red de relaciones. Su visión positiva de ellas mismas estaba unida al juicio de sus propias capacidades

para cuidar a alguien. En esta investigación, los hombres se autoevaluaban a sí mismos y a su éxito según grandes ideas o una actividad característica. Mientras las mujeres veían el mundo a través de redes de relaciones, los hombres lo veían en términos de jerarquías.

Utilizando el modelo de Erikson (1963) de desarrollo psicosocial como base, Gilligan deduce que mientras para los chicos el trabajo de la adolescencia es forjarse una identidad por separación, para las chicas es el logro de la intimidad a través de las relaciones. A partir de la identidad, los chicos pasan a la intimidad y forman la relación; las chicas, por lo general, alcanzan la identidad *después* de la intimidad.

Se puede argumentar que las muchachas y los muchachos que se aproximan a la adolescencia tienen distintas preocupaciones y, por lo tanto, distintos intereses en las ciencias. A los chicos les preocupa dar sentido al mundo a través de normas, y alcanzando una identidad individual; aspiran a una posición en una jerarquía. Las preocupaciones de las chicas se centran en desarrollar una red de estrechas relaciones con otras personas. Interpretan el mundo a través de sus efectos en estas relaciones y no abstraen acontecimientos de su contexto con tanta facilidad.

¡Dado que las chicas y los chicos son tan diferentes a la edad de once años, enseñar las mismas ciencias en el mismo laboratorio y hacerlas interesantes para ambos sexos parece imposible!



Modificación del currículum en el proyecto GIST

A partir de nuestras investigaciones en el estudio inicial y el trabajo de otros anteriormente descrito, hemos conseguido unas cuantas ideas para hacer las ciencias más atractivas para las chicas. Yo he sintetizado estas ideas en la tabla 4.2 (a continuación). No hay ninguna distinción clara entre los chicos y las chicas en las características en la tabla 4.2. Sin duda, algunas chicas les gusta analizar situaciones, aplicar normas y controlar máquinas, igual que a algunos chicos les gustan los seres vivos y aprecian la belleza del mundo que tienen alrededor. Cada par de rasgos representan los extremos de una escala, y las personas estarían colocadas en diferentes puntos en cada una de las seis escalas. Sin embargo, la evidencia de las diferencias de sexo en cuanto a intereses sugiere dos distribuciones que se solapan, con más chicas en el lado de “Crianza y cuidados” de la escala y más chicos en el lado “Analítico/Instrumental”.

Tabla 4.2: Características del alumnado y la educación científica

Analítico/Instrumental	De cuidados
Interés en las normas	Interés por las relaciones
Interés en las máquinas	Interés en la gente
Interés en la imparcialidad y la justicia	Pragmatismo
Ve el mundo como jerarquía de relaciones (competitivo)	Ve el mundo como una red de relaciones (cooperativo)
Enfasis sobre el pensamiento analítico	Enfasis sobre la apreciación estética
Interés en controlar las cosas inanimadas	Interés en cuidar a los seres vivos

La posición del currículo escolar de ciencias en escalas similares variarán entre una escuela y otra de acuerdo con los intereses, personalidades y experiencia

previa del personal docente de las mismas. En GIST intentamos hacer las ciencias más accesibles para las chicas reduciendo el énfasis en las características de la izquierda de la tabla e insistiendo en las de la derecha.

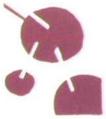
Algunos profesores y profesoras pensaban que las ciencias eran inmutables y que si a las chicas no les gustaban, tendrían que cambiar las chicas. Esta actitud en general varió dependiendo del profesor o profesora; éste fue uno de nuestros criterios, utilizados informalmente en el proyecto, para evaluar el éxito de nuestros esfuerzos en cada escuela. Las modificaciones variaban mucho en extensión en las escuelas GIST, desde intentos en puntos menores hasta una reelaboración del trabajo de dos trimestres para el segundo año en una escuela. Las primeras dos escuelas que cooperaron en probar material (reelaborado por GIST a petición suya) pidieron ayuda porque no estaban contentas con su propio material en general, pero no por su efecto específico sobre las chicas. Durante un período de tiempo, algunos/as de los profesores y profesoras reconocieron que sólo en parte eran conscientes de los prejuicios sexuales en su enseñanza, y poco a poco adoptaron algunas de nuestras ideas. El uso de ejemplos masculinos (fusiles, coches y fútbol) para ilustrar ideas es bastante fácil de reconocer y eliminar del material, pero es necesario un mayor trabajo para presentar las ciencias escolares de forma agradable para las chicas.



Una tarea que se emprendió al principio del proyecto fue la reorganización del “Insight to Science Environment Unit” (ILEA, 1979). Esta unidad consistía en una serie de veinte fichas que describían experimentos sobre materiales de construcción y madrigueras, contaminación de aire y agua, la interrelación de seres vivientes y colonias de bacterias. El profesorado que utilizaba esta unidad en una escuela se quejó de que no funcionaba como una serie de fichas independientes, de las que los alumnos tenían que sacar unas ideas sobre el medio ambiente y la forma de conservarlo; la vinculación entre un experimento y el siguiente necesitaba una explicación y ampliación para que los alumnos y las alumnas se beneficiasen del ejercicio. Los veinte experimentos de las fichas, por lo tanto, se reorganizaron sobre los temas de Madrigueras, Atmósfera, Agua y Tierra. Se añadió más material descriptivo a los experimentos originales para insistir sobre la importancia de un entorno no contaminado para la vida humana y el papel que juega una mujer como Rachel Carson al aumentar la conciencia de la gente sobre el problema de la contaminación. Estas adaptaciones alteraron drásticamente el énfasis y el estilo de las clases de ciencias. La unidad original consistía en una cadena de experimentos vinculados con unas ideas o normas bastante abstractas, y las niñas y niños tenían que hacer los experimentos individualmente o en pequeños grupos para averiguar lo que ocurría y por qué ocurría. Esto dio lugar a una fuerte competencia para ver quién conseguía saber todas las contestaciones y completaba antes la unidad. El nuevo material generó un interés más genuino, tanto entre los chicos como entre las chicas, en las materias estudiadas, porque los experimentos estaban muy unidos al contexto. El profesor o profesora podía hacer más preguntas, con un estilo menos pedante, y las discusiones de clase sobre temas del medio ambiente surgían espontáneamente.

Normas contra relaciones

Este ejemplo ilustra un cambio desde el enfoque “masculino” de las ciencias centrado en el desarrollo de un sistema de reglas para medir los niveles de contaminación de la atmósfera y el agua, a una ciencia con una aproximación más femenina, preocupada por las personas y los animales y que dé más importancia al *cuidado* del medio ambiente que al *análisis* del alcance del deterioro. Debo decir aquí que todos los experimentos de las fichas originales se conservaron en el proyecto modificado. No estoy defendiendo el abandono total del análisis a favor de la mera descripción, sino que el “esqueleto” de las ciencias debería tener mucha más carne sobre sus huesos. Para las chicas, el contexto es muy importante y los experimentos deben intercalarse con más explicaciones, lectura y escritura, para conseguir la síntesis de las características “masculinas” y “femeninas”.



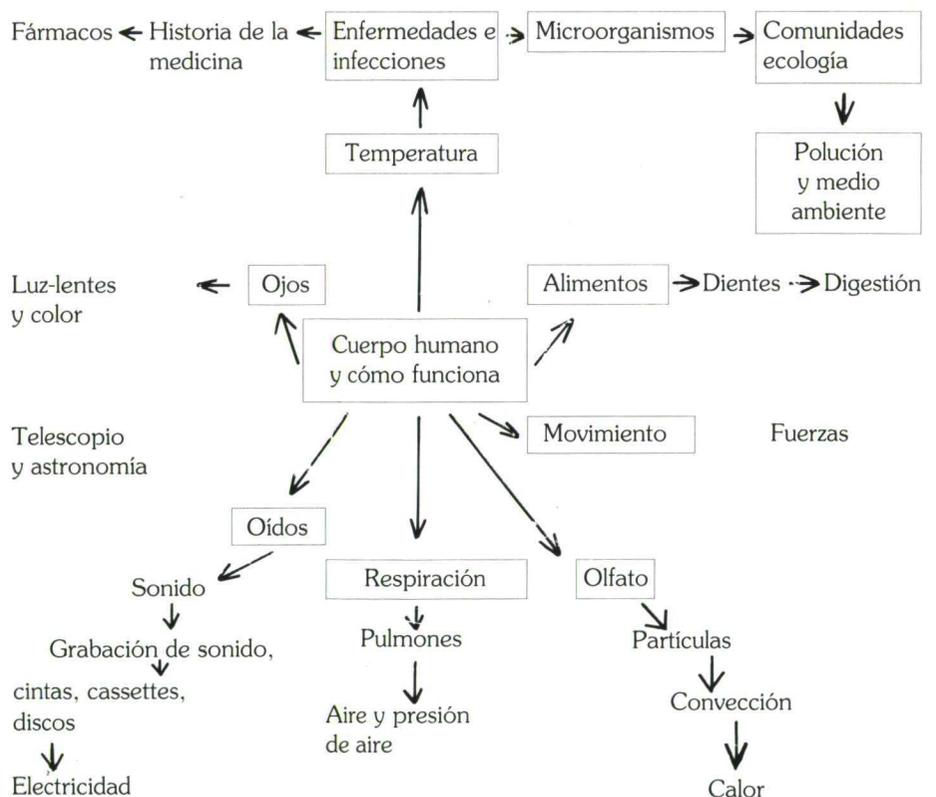
Controlando lo inanimado mientras se cuida de lo viviente

En muchas escuelas del proyecto se aceptó en seguida la idea de vincular los principios de la física con la biología humana siempre que fuera posible. En una escuela hicimos un librito de primer curso sobre Pulmones y Presión del Aire. Se utilizó un espirómetro para medir la capacidad de los pulmones del alumnado. También midieron su presión pulmonar utilizando un manómetro gigante de agua. Esto llevó a una discusión sobre las enfermedades de los pulmones y a una película sobre el peligro de fumar. Varias escuelas han intentado abordar un estudio sistemático de la luz a fin de entender cómo funciona el ojo humano.

Una científica que vino a visitarlos,* que era catedrática de anatomía, ayudó a los alumnos y a las alumnas a encontrar músculos, huesos y nervios de sus brazos mientras estudiaban las fuerzas, las palancas y los pivotes. Estas conexiones se han hecho antes en proyectos escritos. Nuestra innovación consiste en poner la aplicación primero, antes de las teorías, más que estudiar la luz y las fuerzas de forma abstracta, con la aplicación práctica al final del estudio de la asignatura.

En el diagrama siguiente se muestra una red de conexiones entre las ciencias físicas y la biología humana. Aunque ninguna de las escuelas GIST llegó tan lejos, hubiera sido posible hacer todo un programa de ciencias de “lower school” sobre esta base.

Figura 1. Mapa del programa de ciencias de lower school basado en el cuerpo humano



Siempre que se podía mencionar la importancia que tenía para la vida doméstica, se captaba el interés de las chicas. Una unidad de trabajo sobre electricidad en una escuela empezó considerando un mundo sin electricidad. Las investigaciones sobre tocadiscos y cintas magnetofónicas llevaron a ideas sobre circuitos. Se fabricó y utilizó un modelo de manta eléctrica para demostrar los principios de la seguridad en la electricidad en el hogar (basado en Darrall, 1980).

Al preparar sus charlas, algunas científicas utilizaron el interés de las chicas en hacer que las máquinas fueran seguras para las personas. Una especialista en polímeros mostró cómo probaba los plásticos que se utilizaban para fabricar cascos antichoque o en la construcción de plantas químicas. Una médica que trabajaba en la inspección de una fábrica enseñó que las muestras de aire podían filtrarse para medir el nivel de fibras de amianto y polvo y para conseguir condiciones de trabajo seguras.

Como se ha mencionado anteriormente, cuando se examinó el material de programas en uso en las escuelas GIST para buscar prejuicios sexuales, observamos la tendencia de algunos/as profesores/as en insistir sobre el peligro de las ciencias, sobre todo la electricidad, algunas veces de forma humorística. La tapa de un cuaderno tenía el monstruo de Frankenstein atado con un cable a grandes descargas y rodeado de chispas. Un conjunto de instrucciones para construir pequeños objetos electrónicos empezaba con una lista de seis definiciones en mayúsculas empezando por "CUIDADO NO HACER". Pensamos que este material probablemente atraía a los chicos envalentonados, pero podría suponer que las chicas más tímidas participaran. Otro profesor nos dijo que cuando enseñaba al alumnado a filtrar, utilizando una suspensión de carbón en agua, siempre les desafiaba a que bebieran el agua filtrada. ¡Los chicos aceptaban el reto inmediatamente, pero no así las chicas! Hay muchas ocasiones en los primeros años de enseñanza de ciencias en que el profesorado puede elegir dónde quiere poner el énfasis: ¿alaban las más ruidosas detonaciones o las más bellas pompas de jabón cuando el alumnado está fabricando hidrógeno? Estas elecciones aparentemente insignificantes dan el tono de las lecciones e influyen sobre la imagen de las ciencias que se presentan a la clase como peligrosas o atendiendo a la seguridad.



La mayoría de las científicas que nos visitaban traían muestras interesantes para ilustrar sus charlas. Nos dimos cuenta en numerosas ocasiones de cómo disfrutaban las chicas manipulando objetos estéticamente agradables. Esto ocurrió con muestras muy diferentes como moldes de latón, embriones de focas conservados en alcohol, dientes de ballenas, construcciones de metal, cajas de madera hechas a mano con dibujos de animales, muestras geológicas...

Las chicas también encontraron emocionantes, las maravillas de la astronomía y la belleza del mundo microscópico. Una astrónoma habló de por qué el cielo es azul y por qué el sol se vuelve rojo al atardecer. Demostró este efecto con un contenedor de agua en el que precipitó azufre coloidal. Una especialista en microscopía de electrones mostró cómo el tamaño del cristal estaba afectado por las condiciones de formación. Es curioso cómo muchas de las científicas más notables han trabajado en los campos de astronomía y microscopía/cristalografía que combinan la observación estética con el análisis. Se puede fomentar un sentido de asombro y apreciación de los fenómenos científicos incorporando ejercicios escritos más imaginativos en las clases científicas. Los primeros cursos, que hacían la unidad de pulmones y presión de aire, disfrutaban muchísimo escribiendo "cartas de Pascal" describiendo sus experimentos con barómetros a nivel del mar y en lo alto de las montañas.

Harding (1979) sugirió que las chicas obtienen mejores rendimientos en las redacciones y los chicos en las preguntas en las que hay que elegir una respuesta entre varias, y en donde los temas estructurados deben mejorarse. La desventaja de las chicas en las preguntas de elección múltiple puede deberse a una falta de confianza al elegir una sola respuesta. Muchos departamentos de ciencias han adoptado esta evaluación, incluso en el primer año, a causa de la facilidad de la corrección y del hecho de ser un tipo de examen favorecido por la junta directiva. Este tipo de cuestionario suele probar la memoria más que la comprensión y los procesos superiores del pensamiento. Podría argumentarse que refuerza la visión de las ciencias como asignatura solamente preocupada con el aprendizaje y reproducción maquinal de los hechos. El apartarse de los ejercicios de elección de respuesta y poner deberes estructurados y en forma de redacción en los pri-

Introduciendo la apreciación estética en la ciencia

meros cursos desarrollaría la comprensión de las chicas y los chicos del trabajo realizado en clase pidiéndoles que organicen sus ideas por sí mismos/as, en vez de haciéndoles aceptar un “saber convencional”. Dado que las chicas están ligeramente favorecidas por esta forma de evaluación, los resultados podrían aumentar la confianza en su capacidad para conseguir éxito en las ciencias. Utilizando este razonamiento, una escuela GIST empleó la siguiente lista de ideas para programar amplios ejercicios escritos para casa y preguntas para examen, a fin de fomentar la confianza de las chicas.

Instrucciones (por ejemplo, a un/a alumno/a de los/as más jóvenes) de cómo construir algo, como un motor eléctrico.

Descripciones de soluciones a problemas en situaciones poco corrientes (por ejemplo, construir un aparato de destilación con piezas y elementos que pueden encontrarse en una isla desierta).

Cartas a amigos describiendo experimentos o conceptos.

Cartas a periódicos expresando ideas sobre implicaciones sociales de las ciencias (por ejemplo, vertido de residuos nucleares, la matanza de las focas y la vivisección).

Artículos de periódico (por ejemplo, de un accidente de un camión-cisterna que transportaba ácido, peligros y limpieza).

Anuncios (por ejemplo, para mecheros Bunsen y otros instrumentos de laboratorio).

Relatos imaginarios (por ejemplo, ciclo del carbono o del nitrógeno desde el punto de vista de un átomo del ciclo, expediciones al interior de los oídos y a la corriente sanguínea).

Diarios.

Guión para entrevistas a inventores para televisión. (Por ejemplo, “Tomorrow’s World” (“El mundo del mañana”) describe un nuevo progreso en termómetros clínicos. Algunos de éstos podrían ser representados después por la clase.

Poemas sobre fenómenos científicos.

Las respuestas extensas también permiten a las chicas desarrollar el contexto en el cual una idea científica es útil, para no recordarlo de manera aislada. Un enfoque menos rigurosamente conceptual, más bien de ciencias aplicadas, tiene sentido tanto para las chicas como para los chicos. Los proyectos Nuffield de los cuales deriva gran parte de la enseñanza británica de ciencias intentaban formar un cuerpo de conocimientos sistemático para los/as futuros/as científicos/as. Hoy día, la mayoría del alumnado de las escuelas británicas probablemente no se dedicará a investigaciones científicas, pero necesita saber cómo las ciencias afectan a sus vidas. Los cursos científicos en los que se insiste menos en adquirir conocimientos y capacidades puntuales, y en los que se pasa más tiempo discutiendo preguntas y valores científicos, beneficiarían tanto a los/as estudiantes especialistas como a los/as no especialistas.



Orientaciones para hacer un programa de ciencias atractivo para las chicas

Distribuya los experimentos en un contexto proporcionando una información sobre los usos y aplicaciones posibles de los principios científicos. Procure hacer esto, antes de que las ideas se deriven de los experimentos: diga al alumnado adónde se dirige y por qué.

Relacione los principios de ciencias físicas con el cuerpo humano.

Insista sobre las precauciones de seguridad más que sobre los peligros.

Discuta las cuestiones científicas, (por ejemplo, la revolución del microordenador y el desempleo, la energía y la bomba atómica) buscando una visión equilibrada de los beneficios y desventajas de los desarrollos científicos.

Consiga exhibiciones atractivas desde el punto de vista estético.

Utilice textos imaginativos para ayudar a asimilar los principios y las ideas científicas.

Cómo evitar los prejuicios sexistas en los textos

E

l profesorado interesado en intentar evitar que disminuya el número de chicas que quieran estudiar física y química en la escuela secundaria y que desee aumentar el número de chicas que opte por estas asignaturas, revisará sus propios textos para asegurarse de que las chicas y los chicos están igualmente representados en los dibujos y ejemplos y eliminará las partes de los proyectos que sugieran que las ciencias son una actividad masculina. El propósito de este capítulo es proporcionar ayuda al profesorado para llevar a cabo esta tarea.

Cuando empezó GIST, todavía se utilizaban en muchas escuelas secundarias de Manchester “Nuffield Combined Science” (Nuffield-Chelsea Curriculum Trust, 1970), “Science for the 70’s” (Mee et al., 1971, 1972), o alguna combinación de ambos. En aquella época, yo revisé con detalle los libros que se hacían para los estudiantes en estos planes. Primero, deseaba convencerme por mí misma de que había un prejuicio en los libros de textos de ciencias, y también evaluar el alcance y la naturaleza del prejuicio, a fin de sugerir alternativas viables. Más tarde, en 1980-81, llevé a cabo estudios similares en las secciones de “Insight to Science” (ILEA, 1979) y el material producido por la escuela que se utilizaba en las escuelas GIST. Estos análisis posteriores proporcionaban resultados más equilibrados en términos de número de mujeres y hombres representados, pero tenían otras desventajas menos claras a simple vista que han sido discutidas en los capítulos 3 y 4. La consideración de los libros de actividades “Nuffield Combined Science” y los libros para el alumnado “Science for the 70’s” da buenos ejemplos de marcados prejuicios sexistas y advierte al profesorado sobre las peores trampas, para que puedan evitarlas al escribir su propio material. La tabla 5.1 muestra el resultado del análisis de los libros de prácticas “Nuffield Combined Science”.

El análisis reveló lo siguiente: primero, había un número aplastante de figuras masculinas, excepto en dos de los libros, los números 3 y 9, sobre reproducción e insectos, ambas materias biológicas. Los temas de ciencias físicas, particularmente el libro 2, sobre fuerzas, dan la impresión de que a los hombres les preocupan mucho más estas cosas que a las mujeres. En segundo lugar, había pocas personas representadas en el librito sobre electricidad. En vista de la actitud de las chicas en cuanto al cuidado de las personas y animales, ¿no aumentaría su interés si se insistiese más sobre la importancia de la electricidad para los seres humanos?

Cuando se estudian las acciones de las figuras masculinas y femeninas ilustradas, los estereotipos surgen muy claramente. En el libro 1, la única chica que está retratada se halla sujetando pasivamente un balón, mientras que la figura masculina está haciendo cosas activas: dirigiendo búsquedas arqueológicas, martillando oro, incluso robando manzanas y curando el dolor de estómago con un álcali. En el libro 4 la audiencia que escucha a Faraday contiene mujeres, pero de las otras tres ilustraciones en que aparecen mujeres en el libro, una es una muñeca en un paracaídas de juguete, otra es una mujer que utiliza un encerador de suelos y la tercera es una mujer espectadora del experimento del barómetro de agua de Von Guericke. El texto y los ejemplos contienen los mismos estereotipos que las ilustraciones: la única mujer activa que se describe en el libro 1 es “madre cocinando un bizcocho con frutas”. Los hombres trabajan en los garajes, en las granjas, pescando, y aparecen como científicos. Fred aparece varias veces haciendo preguntas y observaciones inteligentes como “¡La limpieza en seco debería llamarse limpieza en mojado!”

Tabla 5.1: Análisis por sexo de fotografías y dibujos, texto y ejemplos en los libros de Actividades “Nuffield Combined Science”

Libro de Actividad	Temas	Fotografías/Dibujos				Texto y ejemplos			
		Total de personas representadas	Varón	Mujer	Indeterminado	Total de personas mencionadas	Varón	Mujer	Indeterminado
1	Enseña, mide, separa, amargura	28	25	1	2	31	24	1	6
2	Movimientos, fuerzas, calienta cosas	105	86	10	9	15	13	2	0
3	Reproducción	42	19	20	3	0	0	0	0
4	Presión del aire y composición	61	54	3	4	13	12	1	0
5	Electricidad	2	2	0	0	5	5	0	0
6	Agua	52	42	5	5	7	5	2	0
7	Cosas pequeñas	35	31	4	0	3	2	1	0
8	Tierra, células y huevos, petróleo, metales	16	12	1	3	2	2	0	0
9	Insectos	5	1	2	2	0	0	0	0
10	Energía	49	38	9	2	7	7	0	0
Todo		395	310	55	30	83	70	7	6
%		100	78,5	13,9	7,6	100	84,3	8,4	7,2

A primera vista el libro “Science for the 70’s” muestra menos prejuicios sexuales. La proporción hombre-mujer por ilustraciones es exactamente 2:1 comparado con la de Nuffield 5.6:1.

Tabla 5.2: Análisis por sexo de fotografías y dibujos en los libros de Alumnos de “Science for the 70’s”, 2.ª edición

Libro de alumnos	Total personas representadas	Varón	Mujer	Indeterminado
1	107	56	40	11
2	73	56	16	1
Ambos	180	112	56	12
%	100	62	31	7

Desgraciadamente, aunque en algunos sitios este texto está ilustrado con dibujos de chicos y chicas (ver libro 1, p. 1), del texto mismo se desprende muchas veces que sólo los chicos se convierten en verdaderos científicos. Por ejemplo, “El científico... El... debe ser un superdetective..., mejor que Sherlock Holmes o el Inspector Barlow” (libro 1, p. 2).

Al dar instrucciones para experimentos, los oyentes varones suelen ser aludidos, como “Pídele a tu compañero que se siente con los ojos cerrados y saque la lengua” (libro 2, p. 37). En otros casos, la experiencia estereotipada masculina se asume, cuando se habla de coches de juguete que funcionan por fricción, “La mayoría de vosotros habéis tenido juguetes de estos cuando érais más pequeños” (libro 1, p. 37).

Los prejuicios de este tipo en los textos son bastantes fáciles de cambiar y evitar en los nuevos textos. Miss Marple podría sustituirse por Sherlock Holmes o el Inspector Barlow. “Los ojos y la lengua de él” puede alternarse con “de ella”, en vez de utilizar exclusivamente “de él”. Algunas veces el científico puede ser “ella”, y sería más fácil para Muriel hacerse las mismas preguntas y tener las mismas ideas que Fred. En vez de que sea la madre la que haga todos los bizcochos, pruebe a ver qué efecto tiene en su clase “la próxima vez que tu padre haga un bizcocho de frutas o cuelgue la ropa...”. Provocará discusiones interesantes al principio, pero pronto se dará por hecho.

La versión revisada de “Science for the 70’s”, que se volvió a llamar “Science 2000” (1980), ha mejorado mucho el texto y se dirige tanto a las chicas como a los chicos. Al discutir sobre los/as científicos/as, empieza diciendo: “Los hombres y mujeres que estudian ciencias...”, y continúa en plural “han ayudado al granjero a cultivar más alimentos”. Sin embargo, las ilustraciones aún no reflejan el hecho de que utilizarán el libro el mismo número de chicas que de chicos. La tabla 5.3 muestra que las ilustraciones de hombres son más numerosas que las de mujeres en una proporción de tres a uno (ejemplo más pobre que la versión de 1972).

Tabla 5.3: Análisis por sexo de fotografías y dibujos en “Science 2000”

Libros de Alumnos	Total personas representadas	Varón	Mujer	Indeterminado
1	87	54	18	15

Aunque se ven más muchachas haciendo experimentos, la mayoría de las ilustraciones todavía muestran mujeres en un papel pasivo y tradicional. Por ejemplo, una ilustración en el libro 1 muestra dos mujeres realizando la tarea tradicionalmente femenina de colgar la ropa recién lavada, lo cual refuerza la idea de que este trabajo deben hacerlo las mujeres y que la felicidad de éstas depende del lavado de ropa bien hecho. Confirma a las chicas este aspecto de su futuro papel de amas de casa (más que de científicas) en un libro que intenta abiertamente

decir, tanto a las chicas como a los chicos, cómo pueden convertirse en científicos. Básicamente, el mensaje para las chicas es el siguiente: "Puedes convertirte en científica, pero recuerda que ¡también tendrás que lavar la ropa y cuidar de la casa!" El mostrar hombres colgando la ropa en este caso y familias compartiendo las tareas en general, puede ayudar a liberar la división estereotipada de trabajo en "trabajo de hombres" fuera de casa y "trabajo de mujeres" dentro de ella. Las ilustraciones que muestran a las mujeres combinando los papeles de esposa, madre y científica también pueden sugerir a las chicas que una carrera no impide necesariamente el matrimonio y la familia. Es probable que las mujeres no tengan un empleo remunerado durante siete años, más o menos, mientras forman una familia, pero, aparte de esto, la mujer normalmente puede esperar que trabajará fuera de casa aproximadamente treinta y cinco años. Se necesitan imágenes alternativas de su futuro para aumentar las aspiraciones de las muchachas.

Durante el proyecto GIST, una escuela indicó que debería haber dibujos, con permiso de reproducción, de chicas realizando operaciones de laboratorio corrientes para que las reprodujera el profesorado cuando escriba sus propios textos. Estas hojas forman el apéndice E. Se pueden encontrar algunos ejemplos de material GIST en los apéndices B y C. En el apéndice B se puede encontrar un enfoque alternativo a la enseñanza de electricidad desde el punto de vista de sus aplicaciones humanas y sociales, que incluye una explicación de cómo se fabrica un disco. Este era un punto por el cual se interesaban tanto las chicas como los chicos a los once años (encuesta inicial de GIST). También hay notas del profesorado y dos hojas de trabajo del alumnado para una unidad de electrónica de tercer curso que se estableció en Clarendon Park High School, Salford, por Mark Evans con asistencia de GIST. Las ilustraciones de estas hojas pueden ser reproducidas para utilizarlas cuando escriban sus propios textos.

Otras estrategias dentro y fuera del laboratorio

Mostrando a las mujeres como científicas

La mayor parte de los proyectos y libros de texto contienen referencias históricas al trabajo de científicos cuando ha sido importante. En los libros revisados en el capítulo 5, Darwin, Faraday, Lavoisier, Priestley, Von Guericke, Dewar y Bunsen son algunos de los científicos mencionados; Marie Curie y Dorothy Hodgkin son las dos únicas científicas nombradas en la mayor parte de los libros de texto británicos.

La posición subordinada de las mujeres en la sociedad en el pasado llevaba consigo que rara vez les concedían el mérito de los descubrimientos que hacían. También tenían prohibida la entrada en las universidades y academias, de forma que las únicas mujeres que tenían acceso a la educación científica (incluso a principios de este siglo) eran las esposas, las hermanas e hijas de científicos. Tenemos pruebas de que la aportación de estas mujeres al progreso de la ciencia ha sido subestimado, y sería útil que el profesorado incluyera anécdotas sobre científicas igual que las cuentan de científicos. Por ejemplo, Caroline Herschel (1750-1848), hermana de William Herschel, lustraba y limpiaba las lentes cuando estaba montando su observatorio. También descubrió siete cometas, muchas nebulosas, y recibió la Medalla de Oro de la Royal Astronomical Society. Marie Lavoisier (1758-1846), esposa de Antoine, trabajaba como asistente en el laboratorio. Ilustró su "Traité de Chimie", tradujo obras del inglés al francés y, después de su muerte en la guillotina, completó y publicó su "Mémoire de Chimie".

Una de las primeras mujeres que se graduaron en Cambridge, Hertha Ayrton (1854-1923), fue la

esposa de un profesor de ingeniería. Dirigía su laboratorio cuando él viajaba al extranjero y ganó la primera medalla concedida a una mujer por la Royal Society por un trabajo que mejoraba el funcionamiento de las lámparas de arco eléctrico. En 1902 fue presentada para convertirse en miembro de la Royal Society, pero el "Consejo de la Sociedad descubrió que era ilegal elegir una mujer casada para esta distinción". Entre otros trabajos, daba conferencias sobre el uso de la electricidad en el hogar, y resaltó la importancia que este descubrimiento tenía para la emancipación de la mujer.

Jane Marcet (1769-1858), esposa de un conocido médico en el Hospital Guy, escuchó directamente las conferencias de Sir Humphrey Davy en la Royal Institution, y escribió un libro, "Conversations on Chemistry", explicando las ideas de las conferencias. Dicen que Faraday aprendió sus primeros elementos de química con ese libro, que está escrito en forma de conversaciones entre una gobernanta y sus dos pupilas, Carolina y Emily. Muchas profesoras y profesores pensaban que los logros de estas mujeres no eran suficientes como para justificar su inclusión, pero Marie Lavoisier podría mencionarse en relación con el oxígeno, Caroline Herschel en astronomía, Hertha Ayrton en electricidad del hogar, Jane Marcet en química elemental junto con el estudio de Faraday sobre la combustión. Para el profesorado que desee incluir información sobre científicas de manera informal, hemos recopilado referencias detalladas en el Apéndice D. Nuestro primer intento de proporcionar al alumnado esta información más directamente fue una serie de folletos con juegos de palabras tipo crucigrama. Las chicas y los chicos (de doce años) disfrutaron tanto con esto, que la persona que hacía las pruebas desarrolló esta idea como alternativa a los deberes de "aprender mediante tests". Les pidió a cada alumno y alumna que proyectasen una prueba de pasatiempos de palabras con el tema que acababan de estudiar.

Muchas escuelas presentan las series de *posters* "Científicos famosos" (CEGB), que muestran dieciocho científicos y una científica: Marie Curie. Para permitir a las escuelas organizar muestras más equilibradas, la Equal Opportunities Commission editó una serie de seis *posters* de científicas, basadas en las hojas informativas GIST. Incluyen a Caroline Herschel, astrónoma; C. Wright, médica y quimioterapeuta; Jane Goodall, especialista en conducta de animales; Rosalind Franklin, biofísica; Dorothy Hodgkin, cristalógrafa; Irene Joliot Curie, física nuclear (se puede conseguir de difusión gratuita de EOC, Overseas House, Quay Street, Manchester M3 3HN). Ultimamente han añadido otro *poster* a la serie, mostrando mujeres matemáticas. Los *posters* pueden utilizarse para comenzar discusiones sobre la mujer y la ciencia, y la consideración de cómo han cambiado las condiciones sociales que llevaron a la virtual exclusión de las mujeres de la vida intelectual.

GIST también publicó un folleto, "Women in Science", para utilizarlo en la "upper" escuela primaria/"lower" escuela secundaria, que contenía breves biografías seguidas de *puzzles* y ejercicios escritos. Las mujeres descritas incluyen a Hertha Ayrton, ingeniera eléctrica; Marie e Irene Curie, físicas nucleares; Rachel Carson, especialista del medio ambiente; Rosalind Franklin; Dorothy Hodgkin, cristalógrafa; Jocelyn Bell, astrónoma. (Ver Apéndice C con otros dos ejemplos.) El folleto puede darse al alumnado como punto de partida para investigar más sobre las vidas de las personas científicas y sus descubrimientos. También ha sido utilizado por un subdirector como base de una asamblea sobre lo Prodigioso. Utilizó el descubrimiento de Jocelyn Bell de los pulsos como ilustración de las maravillas del universo y de cómo la gente corriente contribuye a los descubrimientos científicos (ver Apéndice C). La inclusión de material biográfico sobre las personas que se dedican a la Ciencia puede hacer que la imagen presentada por las ciencias en la escuela esté más acorde con las preocupaciones de las adolescentes. Se refiere a su interés por las personas, insiste sobre la satisfacción estética de estudiar ciencias, muestra las ciencias como actividad social y a los/as científicos/as en términos de sus relaciones con las/os demás. Sobre todo, desafía la imagen estereotipada del científico como varón solitario y excéntrico que trabaja con una dedicación única sobre su último invento y no tiene otra vida más allá de su laboratorio. La realidad es que estas personas, y particularmente las científicas, ¡no son así! La mayoría trabajan como integrantes de un equipo más que en soledad. También viven en familia con una vida personal y social activa. Las

científicas más importantes de hoy en día (mujeres como Margaret Burbridge, astrónoma; Sylkvia Earle Mead, bióloga marina; Rosalind Yallow, física médica) muestran que pueden hacer contribuciones valiosas en su campo sin descuidar otros intereses y responsabilidades. Otras mujeres menos conocidas combinan el trabajo en la industria científica y técnica con la vida familiar. En la próxima generación, los cambios en la naturaleza del trabajo y en las ideas sobre el papel de las mujeres y los hombres permitirán seguramente a más mujeres tener éxito en su carrera.

Durante el proyecto GIST nos ayudó un equipo de mujeres voluntarias que visitaron las clases de ciencias para hablar de un aspecto de su trabajo vinculado con la rama científica que el alumnado estaba aprendiendo (ver Apéndice A). Se están organizando proyectos semejantes en todo el país por algunas Science and Technology Regional Organizations (SATRO's). El Institute of Physics, la Women's Engineering Society y las instituciones de ingeniería también tienen listas de mujeres socias que quieren hablar con las alumnas y alumnos de las escuelas.



El problema de las chicas que abandonan la física y la química no se limita a los departamentos de ciencias de las escuelas. Se transmiten mensajes sobre el papel de la mujer en otras lecciones, en los recreos y, por supuesto, en el entorno familiar. A fin de ser eficaz, debe cambiarse la actitud hacia las ciencias por parte del profesorado en toda la escuela. Los profesores y las profesoras de asignaturas como lenguaje, teatro, música y desarrollo personal y social pueden ayudar a las chicas y a los chicos a abrir sus horizontes más allá del comportamiento estereotipado; permitir a los chicos expresar emociones y a las chicas mostrar liderazgo y dominación deben ser los principales objetivos de estas profesoras y profesores. Pueden ayudarles explicando el vínculo entre la elección de asignatura, el género y la conducta estereotipada a través de ejercicios de "dramatización". El profesorado que orienta sobre la elección de carreras y asignaturas también tiene que ser consciente de los desarrollos del departamento de ciencias a fin de animar a las chicas a considerar la posibilidad de elegir física y química además, o en lugar, de biología.

Más allá del laboratorio

También debería explicarse a los padres y a las madres los intentos de proporcionar las mismas oportunidades a chicas y chicos y solicitar su ayuda. Durante el proyecto GIST, una escuela hizo una velada especial, antes de la elección de opciones, para chicas de tercer curso y sus padres. Se montaron exposiciones con el trabajo realizado en temas científicos y técnicos, y se mostraron gráficos con los rendimientos de las chicas y los chicos en los exámenes de esta asignatura y el modelo normal de elección. Muchos padres y madres se quedaron asombrados de ver que las chicas tenían un rendimiento mayor en las evaluaciones de segundo año en todas las asignaturas de ciencias y de taller, y que después, en el tercer año, los chicos elegían asignaturas consideradas tradicionalmente como masculinas y más difíciles. Durante la velada se proyectó una película sobre las mujeres en la ingeniería, y algunas mujeres con puestos de trabajo científico, incluyendo ex alumnas de la escuela, hablaron sobre sus experiencias y contestaron preguntas. Tuvieron ocasión de ver información sobre estudios superiores y hablar con orientadoras/es de la escuela y las instituciones locales. No hubo demasiada gente en esta velada, y parte del profesorado estaba desanimado porque iba a influir en pocas chicas y el trabajo extra parecía no merecer la pena. Sin embargo, hay que recordar constantemente a las personas interesadas que el cambio verdadero y duradero se basa en estos pequeños éxitos. Sería poco deseable e irresponsable que todas las chicas de tercer curso se pasaran a hacer física e ingeniería en lugar de biología y puericultura: el objetivo debería ser ampliar los horizontes de todas las chicas que eligen no estudiar física y química porque ven estas asignaturas como masculinas, difíciles e irrelevantes. Unas charlas sobre "Carreras científicas para las chicas" sirven para centrar la atención de los/as padres/madres y el profesorado sobre el tema de las chicas y las ciencias físicas, y provocar discusiones que pueden influir a las chicas que vendrán después de las que ahora eligen. Sobre todo, el efecto de los estereotipos sexistas en nuestra res-

puesta a las necesidades del alumnado debe considerarse por todo el profesorado como preocupación profesional seria. La hilaridad que a menudo provoca esta sugerencia oculta un malestar por parte del profesorado pero, si se considera el rendimiento académico (hechos, más que opiniones), las elecciones de asignatura y los destinos al dejar la escuela, esta respuesta podría cambiarse.

La información sobre las diferencias de comportamiento por razón de sexo del alumnado en cada escuela puede ser el inicio de una seria discusión y llevarnos a encontrar soluciones distintas de las descritas aquí.

Conclusiones



Estamos viviendo una época de rápido cambio social. El mundo del siglo XXI será muy distinto al de 1984, pero quienes hoy tienen cinco años serán jóvenes en el año 2000. La tarea de los/as educadores/as es preparar a la próxima generación para un futuro incierto. Las tendencias actuales sugieren que no es probable que disminuya el desempleo, y que los puestos de trabajo requerirán una preparación científica, técnica y social. En la última década ha habido cambios en la familia: el papel tradicional del hombre como trabajador fuera de casa y la mujer como base del hogar ya no es una norma. En 1979 sólo un 5 por 100 de los hogares británicos estaba formado por un marido trabajador, una esposa económicamente inactiva y dos hijos (EOC, 1983). El número de familias uniparentales aumenta cada año. Educar a las chicas y los chicos para un papel tradicional específico por sexos no tiene mucho sentido en la situación actual. Ambos sexos necesitan saber cuidar y mantener una familia.

Yo me he concentrado en los cambios que darán a las chicas más oportunidades para ser asalariadas autosuficientes. Un documento semejante podría subrayar cómo las escuelas pueden modificar la experiencia de los hombres para permitirles jugar un papel más importante en el cuidado de las criaturas, las personas mayores y el hogar. Hace falta un cambio tanto en la actitud de los hombres como en la de las mujeres si se quiere utilizar al máximo el potencial humano del país; más mujeres en la ciencia, la tecnología y la ingeniería significa una mayor participación de los hombres en el cuidado de las criaturas, el trabajo doméstico y las profesiones que conllevan cuidados.

El informe GIST sobre las actitudes del alumnado a los catorce años ha proporcionado pruebas que apuntan a que las chicas pueden tener actitudes distintas a los chicos respecto al equilibrio entre el hogar y la carrera; el 22 por 100 de los chicos pensaban que las esposas no debían tener *nunca* un trabajo fuera de casa, pero sólo un 4 por 100 de las chicas querían ser amas de casa todo el tiempo. Estos resultados indican una posible falta de armonía marital en el futuro a menos que uno u otro sexo modifique su actitud. A fin de animar a más mujeres a emprender carreras difíciles, podría ser más importante cambiar la percepción de los chicos sobre el papel de las mujeres y las ideas de los chicos sobre su propio futuro. La mayor parte de las chicas ya quiere combinar una familia y una carrera, pero muchos chicos todavía ven su papel en la familia sólo como encargados de ganar el pan.

Las ideas sobre los distintos papeles de los sexos se translucen en toda la vida, tanto en la escuela como fuera de ella, y el cambio debe ser lento; pero, sin

embargo, es concebible. Si hay bastantes profesores y profesoras que creen deseable tener más mujeres en las ciencias, la tecnología y la ingeniería, entonces podrían hacerse los cambios necesarios en el currículum. El énfasis en los exámenes externos que miden la capacidad y los conceptos para las ciencias no disminuye la importancia de que el profesorado de ciencias está transmitiendo también actitudes y valores a su alumnado. Como ya he intentado indicar, el proceso por el cual las chicas se desaniman gradualmente es sutil y complejo; los profesores y las profesoras deben ser más conscientes de su propio comportamiento y sus efectos sobre los alumnos y las alumnas y también de la visión de las ciencias que se les presenta. ¿Es demasiado analítica/humanística/elitista/igualitaria/orientada hacia el hombre/agradable para las chicas?

Sin esta conciencia, las estrategias prácticas señaladas aquí tendrán un escaso efecto, pero con un profesorado concienciado y bien informado pueden resultar innecesarios los cambios de programa. Quizás algún día el alumnado de una escuela ya no captará la idea de que las asignaturas son masculinas o femeninas. Las escuelas serán sencillamente lugares donde todas las personas realicen su potencial en todos los campos del currículum, sin tener en cuenta el sexo.

Referencias



- BOTTOMLEY, J. M.; Ormerod, M. B. (1977): "Middle school science activities and their association with liking for science". *Education in Science*, n.º 74, pág. 23.
- CHODOROW, N. (1974): "Family structures and feminine personality", en *Women, Culture and Society*. M. Z. Rosaldo, L. Lamphere (eds.), Stanford University Press.
- DARRALL, F. L., et al. (1980): *Open Science* (Materials for teachers and pupils from the Schools Council project). Hart-Davis Educational and Hutchinson Educational.
- DEPARTMENT OF EDUCATION AND SCIENCE (1980): *Girls and Science (HMI Matters for discussion, Series n.º 13)*. HMSO.
- EBBUTT, D. (1981): "Girls" Science: boys "science revisited", en *The Missing Half: Girls and Science Education*, A. Kelly (ed.). Manchester University Press.
- EQUAL OPPORTUNITIES COMMISSION (1983): *The Fact about Women is...* EOC, Quay Street, Manchester.
- ERIKSON, E. H. (1963): *Childhood and Society*, W. W. Norton, New York.
- GILLIGAN, C. (1982): *In a Different Voice*. Harvard University Press.
- HARDING, J. (1979): "Sex Differences in Examination Performance at 16+". *Physics Education* 14, n.º 5, July.
- ILEA (1979): *Insight to Science*. Environment Unit. Addison-Wesley.
- KOHLBERG, L. (1981): *The Philosophy of Moral development, Moral Stages and the Idea of Justice*. Harper & Row.
- LEVER, J. (1976): "Sex Differences in the Games Children Play", *Social Problems*, 23.
- MEE, A. J.; BOYD, P.; RITCHIE, D. (1971, 1972): *Science for the 70's*. Heinemann Educational, tomo 1, 1971; tomo 2, 1972. *Science 2000*. Heinemann Educational. Tomo 1, 1980.
- NUFFIELD-CHELSEA CURRICULUM TRUST (1970): *Nuffield Combined Science* (activity packs). Longman. *Home Economics* (the basic course). Hutchinson Education, 1982.

- ORMEROD, M. B. (1981): "Factors differentially affecting the science subject preferences, choices and attitudes of girls and boys", en *The Missing Half: Girls & Science Education*, A. Kelly (ed.), Manchester University Press.
- PIAGET, J. (1968): *The Moral Judgement of the Child*, Routledge & Kegan Paul.
- WOLPE, A. M. (1977): "Some processes in sexist education", en *Exploration in Feminism*, n.º 1, Women's Research and Resources Centre, p. 36.
- SMAIL, B. (1983): "Spatial Visualization Skills and Technical Crafts Education", en *Educational Research*, 25, n.º 3. Noviembre 1983, pp. 230-231.
- SSCR(1983): *Science Education 11-16: proposals for action and consultation*. Secondary Science Curriculum Review (101 Great Portland Street, London WIN 5FA), p. 5.

Otras obras



- ASSOCIATION FOR SCIENCE EDUCATION: *Science in a Social Context*, 8 units on Science and Society for Sixth-form general studies. ASE/Basil Blackwell, 1983.
- BRIGHTON WOMEN AND SCIENCE GROUP (L. Birke, W. Falkner, S. Best, D. Janson-Smith, K. Overfield). *Alice through the Microscope*. Virago, 1980.
- BURKMAN, E., et al.: *Individualised Science Instructional System*. Isis project, units for lower secondary pupils. Ginn & Co., Lexington, Mass., USA.
- DELAMONT, S.: *Sex Roles and the School*. Methuen, 1980.
- FOSTER, D.; Lloyd, G.: *Science with Gas* (teaching pack). British Gas., 1981.
- SPENDER, D.; Sarah, E.: *Learning to lose: Sexism and Education*. The Women's Press, 1980.
- STAMWORTH, M.: *Gender and Shooling: a study of sexual divisions in the classroom*. Hutchinson Education, 1983.

Mujeres que visitaron las clases de ciencias



Los siguientes ejemplos ilustran la gama de puestos de trabajo de las mujeres que visitaron las clases de ciencias de primero y segundo años.

Especialista en microscopios de electrones. Cómo varía la forma de los cristales según las condiciones de formación. Cómo la forma afecta las propiedades, por ejemplo, el flujo y la arenosidad.

Catedrática de anatomía. La anatomía del brazo humano: cómo funciona. El alumnado localiza y nombra los huesos, los músculos, las venas, los nervios y los tendones del brazo; luego considera el brazo como un mecanismo para tirar, empujar, levantar, etc. Esta puede ser una lección de introducción para trabajar sobre las fuerzas.

Oceanógrafa. Medir el tamaño de las olas utilizando un transductor de presión. El instrumento utiliza el cambio de presión cuando la ola pasa sobre él en el mar. Discusión de cómo se forman las olas en el mar, la erosión costera, la seguridad en el barco.

Ingeniera de pruebas de material. Cómo adaptar el material al trabajo. ¿Cuál es el mejor plástico para las tuberías de agua, los juguetes de niños, los cascos antichoque?

Ingeniera telefónica. Cómo funciona el teléfono. ¿Qué ocurre en el intercambio cuando se marca un número?

Tecnóloga alimentaria. Pruebas de rutina utilizadas sobre mezclas de bizcochos y pan durante la fabricación a granel. Utilizar Indicador Universal para dar la diferencia entre la harina normal y la que sube sola. Lecturas de pH con un contador de pH. Pruebas del alumnado sobre bizcochos mal hechos para identificar el equilibrio ácido/álcali en la mesa.

Metalúrgica. El metal y sus usos. El alumnado examina muestras y ve fotografías de infraestructuras de metal. Una aleación de bronce diferente se utiliza para uno de los brazos de un enchufe. ¿Por qué?

Microbióloga. Gérmenes y enfermedades. Enfermedades causadas por bacterias y virus. Antibióticos y vacunas.

Ingeniera de gas. Cómo medir y controlar la temperatura en todo tipo de sitios: en habitaciones, dentro de un horno, agua caliente en tuberías, utilizando pares térmicos, varillas y termostatos líquidos, lápices sensibles al calor.

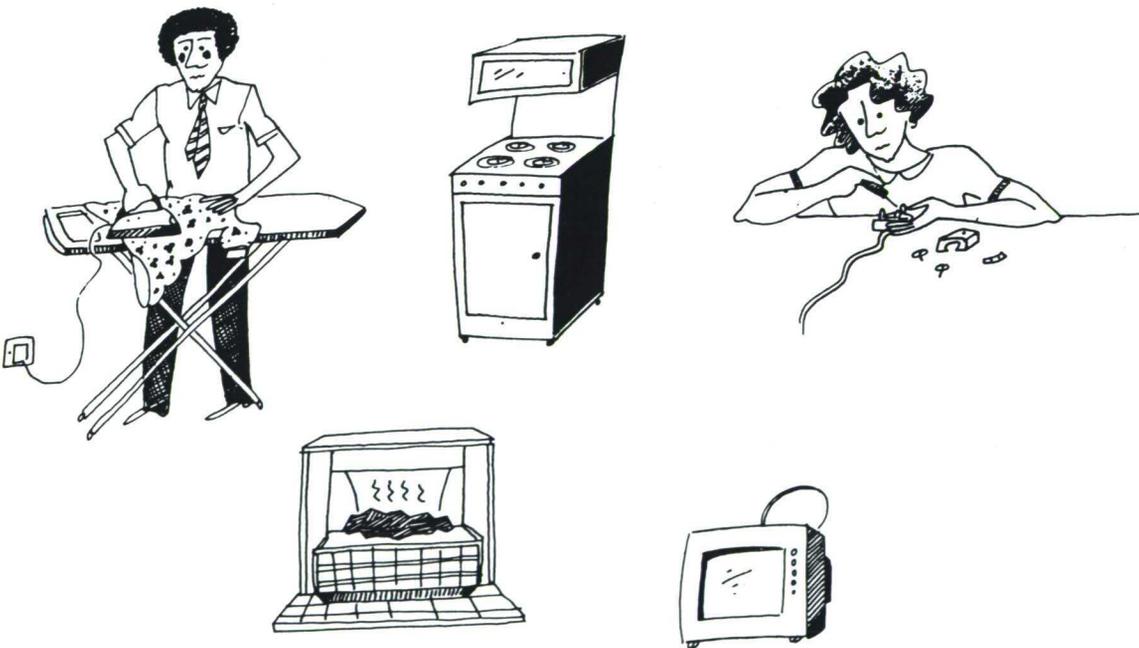
Tecnóloga de aerosoles. Cómo funcionan los aerosoles. Por qué se oxidan. Pruebas muy sencillas para averiguar la mejor combinación de propulsor y contenedor para un nuevo producto de aerosol.

Ejemplos de fichas del proyecto



Ficha 1

Apagón



El martes 9 de noviembre de 1965, en el estado de Nueva York, un fallo en la conexión de la instalación eléctrica de Niagara Falls sumió a todo el país en la oscuridad. La gente se quedó atrapada en los ascensores de los rascacielos de Nueva York durante varias horas. Si los hospitales no tuvieran generadores de electricidad de emergencia, la cantidad de fallecimientos hubiera aumentado rápidamente. Así, hubo muchos accidentes de carretera porque los faroles de la calle y los semáforos no funcionaban. Sólo cuando no tenemos luz eléctrica apreciamos cómo dependemos de la electricidad en nuestra vida diaria.

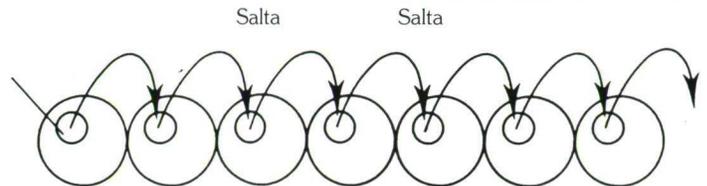
- P1. Haced una lista de las cosas de vuestra casa que consumen electricidad.
- P2. Ahora, al lado de las cosas que habéis escrito en la lista, escribid cómo se las puede arreglar la gente sin este aparato eléctrico, por ejemplo ,tostador: haced una tostada manteniendo el pan sobre una rejilla en fuego abierto.



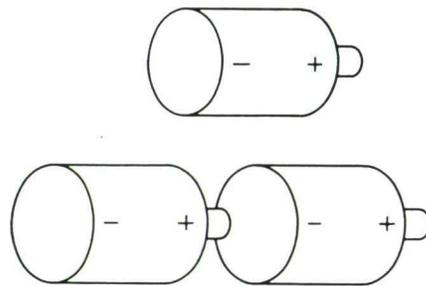
Electricidad

A fin de entender la electricidad, imaginad un trozo de cable metálico. El cable está formado por pequeñas partículas de metal unidas. Estas partículas se llaman ATOMOS. En cada átomo de metal hay unas partículas aún más pequeñas llamadas ELECTRONES. Algunas veces los electrones saltan de un átomo al siguiente a lo largo del cable. Cuando esto ocurre, la ELECTRICIDAD pasa por el cable.

Uno de los electrones en el átomo (muy ampliado)



Quizás podéis pensar en un pulgón dentro de una vaina de guisantes saltando de un guisante al siguiente, ¡y habréis captado la idea! Cuando la electricidad pasa a lo largo de un cable ocurren muchas cosas interesantes. Vais a estudiar algunas en las próximas lecciones. Para que la electricidad empiece a fluir en un cable necesitamos algo que dé un empujón a los electrones. Esto lo hará una batería.



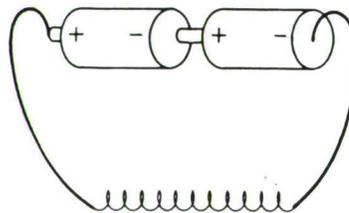
Si conectamos varias baterías juntas, TODAS APUNTANDO HACIA LA MISMA DIRECCION, darán a los electrones un empujón aún mayor y más electricidad pasará por el cable.

Probar este experimento para ver uno de los efectos interesantes de la electricidad.

Necesitaréis: Un tablero de circuitos, dos baterías, cable de cobre, un clavo grande, cables de conexión, un compás magnético, clavijas.

Qué hay que hacer: Enrollar el cable de cobre recubierto con algodón alrededor de un lápiz. No enrollar apretado para que no coincida. Quitar el rollo de cable del lápiz. Conectar el rollo de cable sobre el tablero de circuitos a las baterías con dos cables conectores.

Poner unas cuantas clavijas de 2 cm.



Acercar el compás magnético a un extremo del rollo de cable.

P1. ¿Qué ocurre con el compás?

Probarlo con otros pequeños objetos de metal.

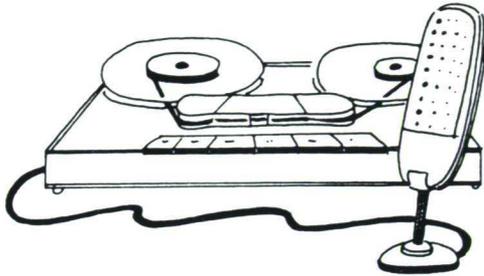
P3. Si sacáis el clavo del rollo, ¿sigue funcionando?

Habéis hecho un *electroimán*. Los electroimanes se utilizan en las máquinas.



Ficha 2

El magnetófono

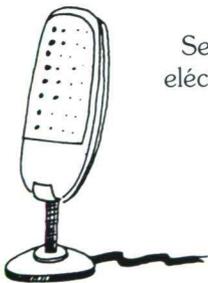


Un aparato que utiliza electroimanes es el magnetófono.

Así es cómo funciona: Los sonidos son transportados por el aire. En un estudio de grabación, el **micrófono** cambia los sonidos musicales en **señales eléctricas**. Estas señales pasan por el cable desde el micrófono hasta la cabeza grabadora del magnetófono. Dentro de la cabeza grabadora hay un electroimán. Este imanta las partículas de óxido de hierro en la "cinta magnética". Dado que las señales que llegan al electroimán se detienen y empiezan y se hacen mayores o menores según el sonido que representan, se hace más fuerte o más suave, se forma un modelo de las partículas de óxido de hierro en la cinta.

Si ese modelo magnético pasa por otro electroimán, pueden reproducirse las señales que han formado ese modelo. Si estas señales eléctricas pasan a un **altavoz**, harán vibrar un diafragma fino, dando el sonido de la música.

Micrófono



Señales eléctricas

Electroimán 1

Hace modelo de partículas imantadas y desimantadas en la cinta

Electroimán 2

Lee la cinta magnética y convierte el modelo en señales eléctricas



El altavoz vibra, creando el sonido de la música



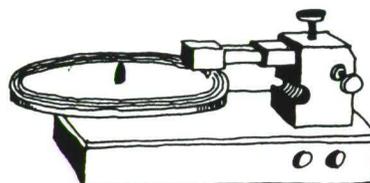
Cómo fabricar un disco

Ficha 3

En el estudio de grabación, la música cambia a señales eléctricas por el *micrófono*. Estas señales son grabadas en una cinta. Quienes hacen la música y los/as técnicos/as del estudio escuchan las cintas. Ajustan el equilibrio de los instrumentos y las voces. Algunas veces añaden más música a la cinta.



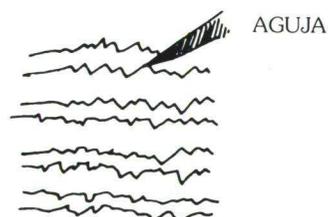
La cinta luego se pone en la máquina de cortar discos. Las vibraciones de las señales hacen que la aguja vibre de un lado a otro. Mientras gira el disco de plástico, la aguja vibradora corta surco ondulado en forma de espiral. El surco va desde el borde del disco hacia el centro.



DISCO DE PLÁSTICO

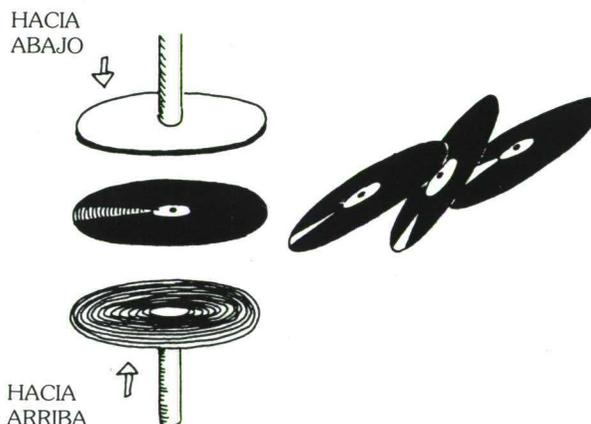
AGUJA

Este surco es el “disco” o registro físico de la música.



AGUJA

Los moldes de metal se hacen a partir del primer disco de plástico. Se coloca una lámina de plástico caliente entre los moldes y prensan copias del disco de plástico. Estos son los discos que se compran en las tiendas.





El tocadiscos

El tocadiscos fue inventado por Thomas Edison en 1877. En aquella época un “disco” era un cilindro grueso. El cilindro daba vueltas con una manivela y salía un sonido rasposo muy gracioso. La música iba más deprisa si se movía la manivela más deprisa ¡y más despacio si se cansaba el que daba vueltas a la manivela! Hoy día, cuando se conecta un tocadiscos el plato empieza a girar a la velocidad adecuada. La velocidad es la misma que la velocidad del plato en la máquina de cortar discos cuando se fabricó el disco.

Una aguja en el extremo del brazo sigue los surcos del sonido y vibra. Las vibraciones hacen señales eléctricas débiles en el cartucho. Pasan por un amplificador que las hace más fuertes. Entonces el altavoz, que contiene un electroimán, convierte la señal eléctrica en sonido.

El electroimán atrae y luego empuja un diafragma en el altavoz. Esto hace vibrar al diafragma y produce débiles sonidos. Estos sonidos se hacen más fuertes con el cono del altavoz.

PREGUNTAS PARA CONTESTAR Y COSAS PARA HACER

1. Mirad el surco del disco con un microscopio o una lupa potente.
2. Averiguad algo más sobre Thomas Edison. ¿Qué más cosas inventó?
3. ¿Por qué dicen “el grupo está cortando un nuevo álbum”? Explicad de dónde viene esta frase.
4. ¿Qué quiere decir r. p. m.?
5. ¿Cuáles son los dos r. p. m. más utilizados hoy día?
6. Buscad la manera de medir el número de veces que un plato gira en un minuto.



- Tres diodos que emiten una luz verde (LED)
- Seis altavoces 64 21/2"
- Tres bombillas de 6V 60mA
- Cable aislado de 20SWG para los conectores

Puntos generales que hay que recordar

1. Hay que aislar los brazos del transistor colocando tiras de plástico de los demás cables y deslizándolo por encima para evitar que los circuitos queden cortos.
2. Antes de conectar la electricidad al circuito, comprobar que los cables conecten sólo con el tablero y no estén en contacto unos con otros.
3. Los conectores de cable pueden ser 20 swg, si no se doblan o son demasiado tiesos. Aislarlos excepto en los dos extremos.
4. Asegurarse de que los altavoces tienen cables ROJO/NEGRO.
5. Los ZTX 300 han sido utilizados todo el tiempo. Se pueden sustituir por equivalentes; por ejemplo, BC 108 s.

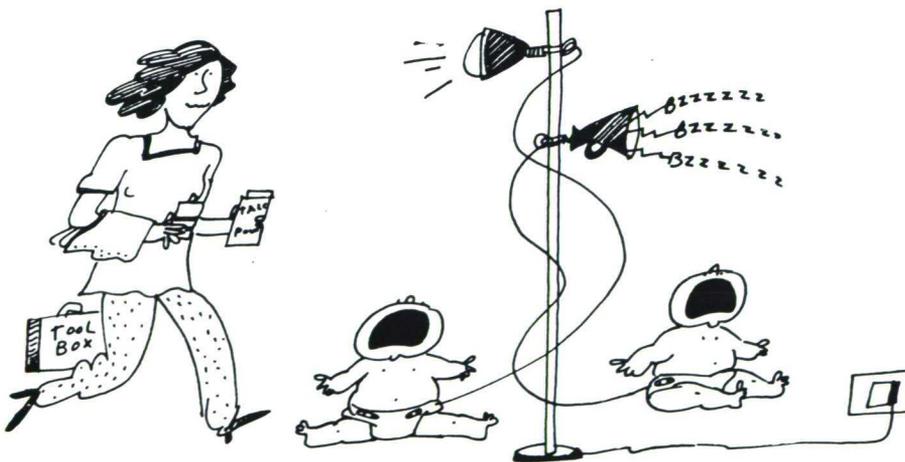
Los cables se pueden sacar de los auriculares. Deben tenerse a mano auriculares de recambio.

7. La clavija 1 sobre los circuitos integrados suele indicarse con una señal sobre la clavija en el plástico. Tener cuidado, cuando se apriete IC en el tablero, de que todas las clavijas hagan contacto.

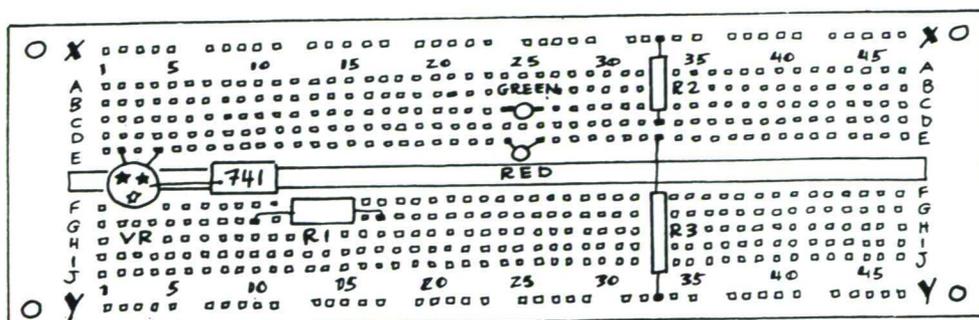
8. Resulta útil utilizar un destornillador de joyero para quitar cables rotos.



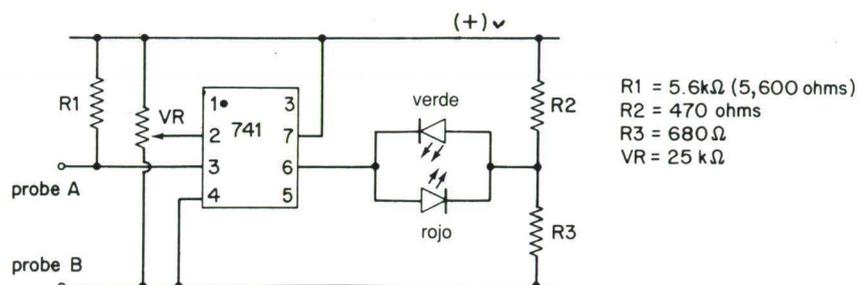
Indicador de pañales mojados



1. El tablero con los componentes debe ser así:



2. Con el tablero hay cables. Coloca los cables en los agujeros, uno por uno, en este orden:
 10D>24D 17F>17X 2D>2Y 4D>4X 3h>°H 11I>11Y 9D>9X
 26A>33A 10Y>sonda A
3. Ahora comprueba que la fuente de energía está a 6 voltios d. c.
4. Conecta el cable rojo a 47X y el cable negro a 47Y.
5. El circuito que has hecho puede dibujarse así:



6. Identifica cada componente en este diagrama sobre tu tablero.
7. Coloca las sondas sobre tu piel cuando está seca. ¿Qué ocurre?
8. Coloca las sondas sobre tu piel cuando está mojada. ¿Qué ocurre?
9. El circuito puede utilizarse como detector de mentiras. Haz a tu compañero/a algunas preguntas mientras sujeta la sonda. ¿Puedes decir si él/ella dice la verdad?
10. Ajusta la resistencia variable (VR) para que la luz verde aparezca para la “verdad” y la luz roja para la “mentira”.
11. Escribe esto:

El “chip” de 741 tiene dos entradas: clavija 2 y clavija 3. Si hay alguna diferencia de voltaje entre estas clavijas, el “chip” 741 amplía las diferencias (las hace más grandes). La señal ampliada sale del “chip” en la clavija 6.

La sonda A y la sonda B no están conectadas. Hay una resistencia entre A y B. Si la piel está mojada, la resistencia es menor que si está seca.

Cuando la piel está mojada, el voltaje en la clavija 3 es más bajo que en la clavija 2. La diferencia es pequeña, así que la salida ampliada es pequeña. La corriente fluye a través de R2 y enciende el diodo que enciende la luz verde (LED).

Cuando la piel está seca, el voltaje en la clavija 3 es mucho mayor que en la clavija 2. La diferencia es grande, así que el voltaje en la salida de la clavija 6 es grande. La corriente fluye a través de la $\uparrow \text{®} (\leftarrow)$ y se enciende.

12. Hay una lista de los demás usos de un DETECTOR DE HUMEDAD.
13. Dibuja diagramas para mostrar cómo se puede utilizar el circuito como indicador de pañales secos. ¿Fijarías el tablero a un lado de la cuna? ¿Cómo estarías seguro de que no tiene peligro?

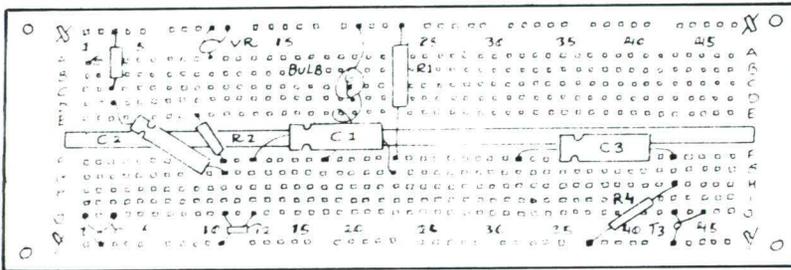
AL FINAL DE LA LECCION, SACA SÓLO LOS CABLES
QUE HAYAS INTRODUCIDO



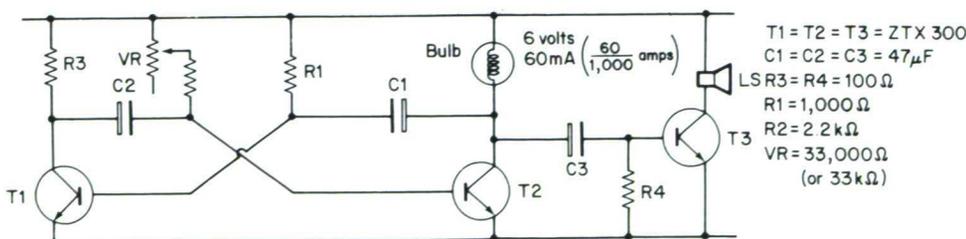
Metrónomo audiovisual



1. El tablero con los componentes debería ser así:



- Comprobar que cada componente esté en el orificio adecuado. Comprobar que los cables conecten los componentes juntos tal como se ve. Si hay un error, pídele a tu profesor/a que te ayude. Los componentes pueden estropearse si no se les ponen los cables adecuadamente.
- Con el tablero hay cables. Coloca los cables en los orificios, uno por uno, en este orden:
3E>3F; 1I>23J; 13H>18H; 18J>32J.
- Ahora comprueba que la fuente de energía está a 6 voltios d. c.
- Conecta el conductor rojo a 47X y el conductor negro a 47Y.
- El circuito que has hecho puede dibujarse así:



- Identifica cada componente en este diagrama de tu tablero.
- Pon la "rueda" blanca en la resistencia variable con cuidado. ¿Qué ocurre?
- Escribe lo siguiente:

Para que la bombilla blanca se encienda tiene que pasar la corriente por ella. Para que el altavoz emita un ruido tiene que pasar corriente por él. El circuito funciona de forma que la bombilla y el altavoz se enciendan y apaguen juntos.

C1, C2 y C3 son condensadores que cargan y descargan (se llenan y se vacían). Los transistores pueden encenderse y apagarse. Controlan qué condensador se carga o se descarga.

Los componentes se encienden y se apagan de la forma siguiente:

T1 se enciende, C2 se descarga, T2 se apaga → se apaga la bombilla  C2 se llena (se carga)

C2 lleno T2 se enciende → se enciende bombilla  T1 se apaga, C1 se llena (se carga)

C lleno, T se enciende

Siempre que T2 está encendido, éste enciende T3 y el altavoz suena. 

10. Mira de nuevo el diagrama del circuito. Escribe frases en tu cuaderno para mostrar cómo los componentes están unidos:

a) R1 está conectado _____ con C1.

Llena el hueco poniendo “en series” o “en paralelo”.

b) R1 está conectado _____ con R3.

c) La bombilla está conectada _____ con el altavoz.

AL FINAL DE LA LECCION SACA SÓLO LOS CABLES
QUE HAYAS INTRODUCIDO

Dos hojas de trabajo sobre científicas



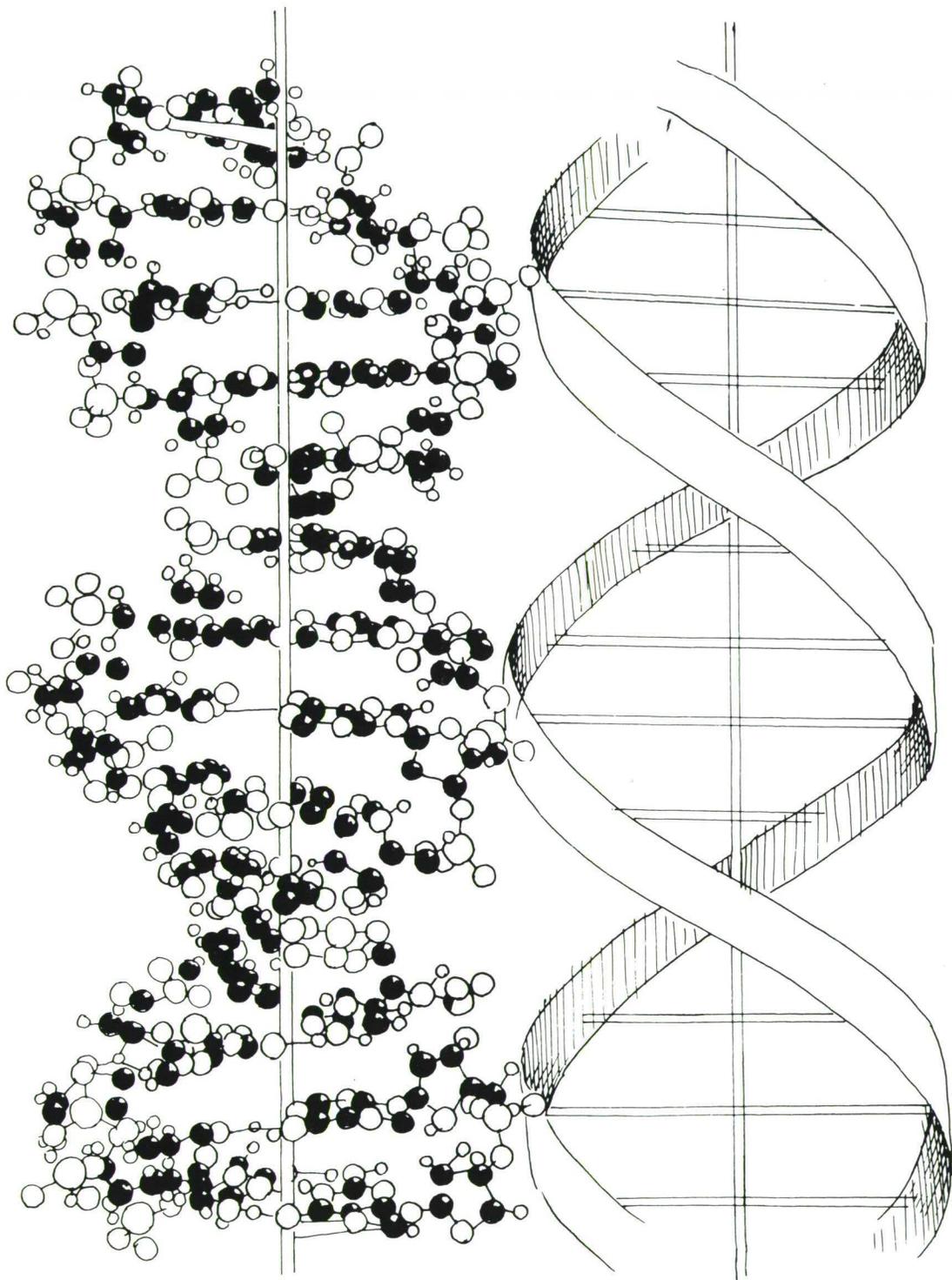
Rosalind Franklin

Rosalind Franklin nació en Londres el 25 de julio de 1920. Fue al St. Paul Girls' School, en Hammersmith, donde daba clases de física y química, que le gustaban mucho. Cuando cumplió quince años decidió que quería ser científica, aunque tuvo que discutir con su padre, quien pensaba que no era una carrera para chicas. En 1938, cuando acababa de cumplir dieciocho años, fue a Newnham College, en la Universidad de Cambridge, para estudiar química física. En aquella época las estudiantes femeninas no podían ser iguales que los estudiantes masculinos y recibían diplomas distintos. Rosalind trabajó mucho, y salió de Cambridge en 1942 con un título en química física.

Entonces ya había empezado la Segunda Guerra Mundial, y Rosalind fue enviada a trabajar al British Coal Utilization Research Association. Le gustaba este trabajo, que significaba estudiar distintos tipos de carbones para averiguar cómo estaban organizados los átomos de carbón. Para ello hizo radiografías del carbón y estudió los modelos de átomos en las fotografías. Después de la guerra continuó este trabajo en París. Le encantaba Francia, donde hizo muchas amistades y aprendió a hablar francés correctamente en los cuatro años que vivió allí. Rosalind siempre disfrutaba visitando países extranjeros, y tuvo suerte de que su carrera de científica le permitió hacer esto de manera económica.

En 1951 volvió de París para construir una unidad de difracción de Rayos X en el King's College, Londres. En el Departamento de Biofísica de allí, los/as científicos/as estaban estudiando la estructura del ADN, que es la abreviatura del ácido *des-oxirribonucleico*. Este está contenido en el núcleo de las células vivas e imparte "instrucciones" para la reproducción. Rosalind mejoró la forma en que hacían fotografías de rayos X y produjo fotos mucho más claras. A partir de éstas pensó que la estructura probable del ADN era una *hélice*, una espiral o forma de resorte. Su colega Maurice Wilkins mostró sus resultados a dos científicos en Cambridge, James Watson y Francis Crick, y los utilizaron para ayudar a su propia investigación sobre el ADN.

Descubrieron que, de hecho, es una doble "hélice", y publicaron sus resultados en 1953. Esto les mereció el reconocimiento a nivel mundial. Posteriormente, Rosalind pasó a Birbeck College, en Londres, para trabajar en los estudios de rayos X sobre virus. Le gustaba el trabajo y sus colegas mucho más que el King's College. Trabajó mucho, aunque no tenía muy buena salud. Estudió el virus de la polio, no obstante que es muy infeccioso.

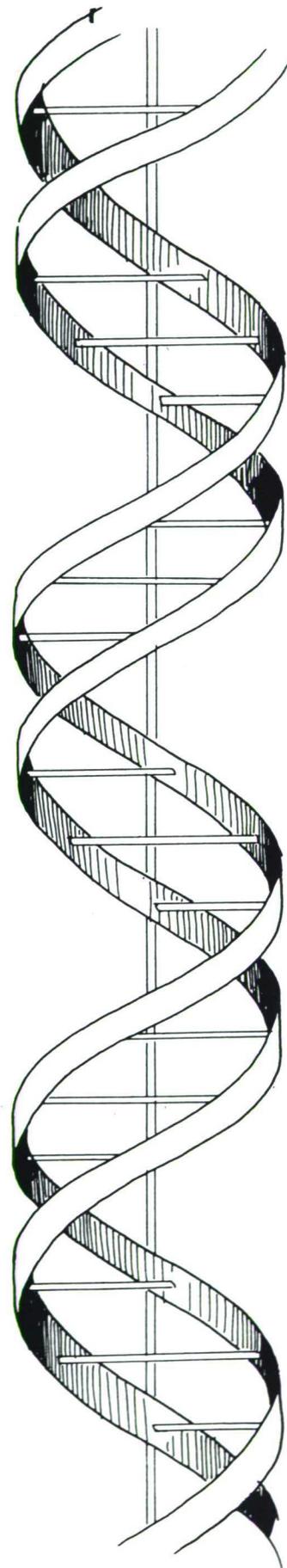


Un modelo de molécula ADN

La estructura de doble hélice

Después de dos operaciones, falleció el 16 de abril de 1958.

De haber vivido, probablemente Rosalind hubiera compartido el Premio Nobel de Medicina. Este premio se concedió en 1962 a Watson, Crick y Wilkins por su investigación y trabajo sobre el ADN. Sin embargo, los Premios Nobel sólo pueden concederse a personas vivas. Por desgracia, Rosalind ya había muerto, y no recibió el reconocimiento por sus investigaciones. Gracias a sus fotografías en rayos X del ADN podemos comprender científicamente por qué las criaturas se parecen a sus padres y madres, pero no son exactamente como ellos y ellas.



U T H O N W I L K I N S
 L R D H G A K T X W V U
 C R I C K T D S G N I K
 H E L B O S U T H J R G
 E G G O O O I L O P U L
 M E N E W N H A M Z S G
 I B U S K E U O B V E T
 S I C N T S O C Y F S W
 T R L O N D O N L A U O
 R B E T Y Z Q U E E R K
 Y E U U A W T H E L I X
 T C S I R A P D O B E C
 H K L A C I S Y H P G T

1. ADN son las siglas del ácido desoxi.....
2. La estructura de la molécula del ADN es una doble.....
3. En la Universidad, Rosalind disfrutó con las lecciones de física y las clases de.....
4. Colegio al que iba Rosalind.....
5. Estudió.....química.
6. Una vez acabados los estudios universitarios, trabajó en.....durante la guerra.
7. Ciudad donde nació Rosalind.....
8. El ADN se encuentra en la.....de las células.
9. Rosalind investigó la estructura del ADN por medio de fotografías de.....
10. Ciudad donde Rosalind trabajó después de la guerra.
- 11 y 12. Dos científicos de Cambridge que estudiaron el ADN.
13. Colegio donde Rosalind trabajó con Wilkins.
14. Al final de su vida, Rosalind investigó sobre estos microorganismos.
15. ¿Qué microorganismo era peligrosamente infeccioso?
16. El Premio Nobel de Medicina fue concedido a Watson, Crick y.....

En 1967, una astrónoma de la Universidad de Cambridge, mientras utilizaba un radiotelescopio, recibió una señal del espacio. La señal se apagaba y se encendía tan rápidamente como el tic-tac de un reloj gigante. En un principio parecía que la única explicación posible podrían ser las “criaturas verdes con antenas” del espacio. Un poco después se formuló una teoría más aceptable. La astrónoma era Jocelyn Bell. Sólo tenía veinticuatro años, y todavía estudiaba cuando descubrió el primer “pulsar” (de estrella pulsadora de neutrones).



Jocelyn nació el año 1943 en Belfast, Irlanda del Norte. Su padre era arquitecto. Cuando ella tenía trece o catorce años, su padre trabajaba en el proyecto y la construcción del Planetario y Observatorio de Armagh. Jocelyn sacaba sus mejores notas en física, y cuando la dirección del Observatorio descubrió que estaba interesada en la astronomía, la animaron. También fue afortunada por tener un profesor de física excelente, aunque el laboratorio de su escuela estaba falto de recursos.

En 1961 fue a la Universidad de Glasgow. Al acabar, en 1965, se trasladó a Cambridge para investigar en radioastronomía. El director del equipo era Anthony Hewish. El equipo estudiaba por qué las ondas de radio procedentes de estrellas lejanas presentaban grandes variaciones. Las estrellas de radio “centelleaban” igual que las estrellas visibles. Jocelyn buscó ondas de radio que presentaran variación en amplitud, pero la señal regular “se enciende..., se apaga...” fue de todas maneras, una sorpresa.

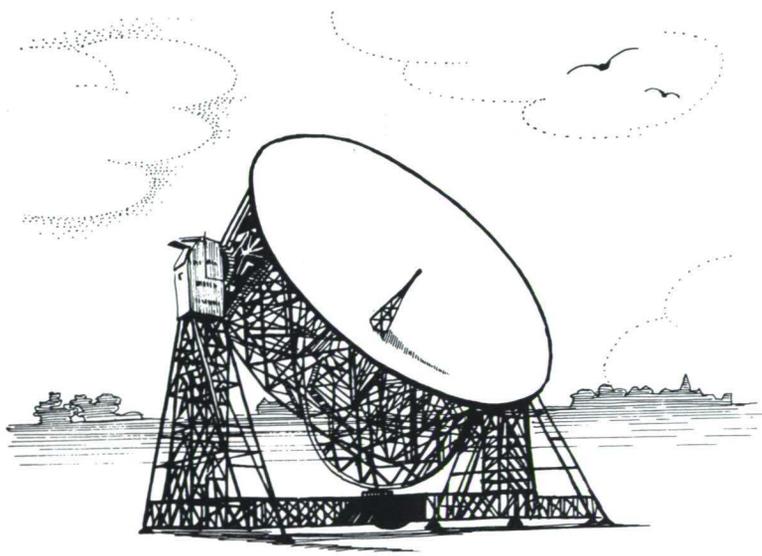
La única explicación que parecía razonable era que la estrella estaba en rotación y lanzaba destellos como el haz de luz de un faro. Al año siguiente se descubrió otro púlsar en medio de la Nebulosa Cangrejo. Una nebulosa es una región de gas y polvo que se presenta en el telescopio como luz difusa entre las estrellas. La Nebulosa Cangrejo se formó por la explosión de una estrella (una supernova) en el año 1054. En el centro de la nebulosa hay una pequeña estrella visible, que se piensa que es lo que queda de una gran estrella que estalló. La pulsación de ondas de radio que pulsan procedían de esta gran estrella, que también lanzaba destellos de luz visible.

Después de la explosión de una supernova queda en el centro una estrella de neutrones. Es muy pequeña, muy densa, con un campo magnético enormemente más fuerte que el de la Tierra. Cuando la estrella junto con su campo magnético giran, la luz y las radioondas lanzan un fino rayo que recorre el firmamento. Cada vez que el rayo pasa cerca de la Tierra se ve un destello o púlsar. Sabemos que

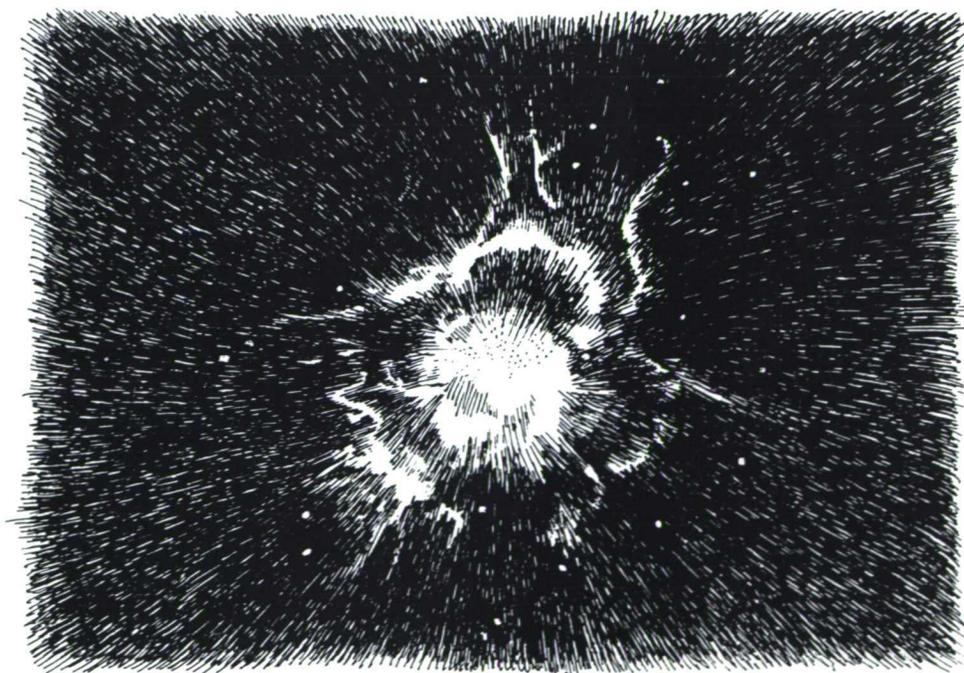
existen varios cientos de púlsares, que actúan en una banda de pulsaciones de 30 por segundo hasta una cada tres segundos. Las pulsaciones rápidas indican que los púlsares son recientes. Al envejecer estas estrellas la frecuencia de la pulsación se alarga y en ocasiones se apaga después de diez millones de años. El púlsar de la Nebulosa Cangrejo actúa con una frecuencia de treinta veces por segundo, lo que quiere decir que en términos estelares de un púlsar es muy joven: menos de mil años de edad.

¡Qué emocionante debió de ser para Jocelyn cuando se dio cuenta de que había descubierto algo nuevo en el Universo! Continuó estudiando astronomía y ahora trabaja en el Royal Observatory de Edimburgo. Conoció a su marido mientras todavía vivía en Cambridge y tienen un hijo. Educadamente, Jocelyn dice de sí misma: "Creo que la 'notoriedad' que he alcanzado descubriendo púlsares me ha ayudado enormemente a encontrar trabajo."

En 1968 le dedicaron un poema sobre púlsares. Se publicó en *Science News*, n.º 93, el 15 de junio.



Un radio-telescopio



La nebulosa Cangrejo



Biografías breves de científicas

Notas que se refieren a otras fuentes ordenadas cronológicamente por especialidades: Ciencias Físicas, Ciencias Naturales, Matemáticas, Ingeniería, Medicina.

Ciencias Físicas

ST. HILDEGARDA DE BINGEN (Alemania, 1098-1179). Abadesa benedictina que anticipó la idea de que el Sol era el centro del sistema solar. Escribió *Liber subtilitatum*, considerado el más valioso libro desde el punto de vista científico de Medicina y Ciencias Naturales en la Edad Media; *De simplicis medicinae* y el *Causa et curae*, que se adelantan científicamente varios siglos.

MARIA CUNITZ (Alemania, 1610-1664). Astrónoma que ordenó las tablas del movimiento de los planetas de Kepler. Su libro de tablas *Urania propitia* se publicó en 1651.

MARIE ANNE LAVOISIER (Francia, 1758-1836). Se casó con su famoso marido cuando sólo tenía catorce años. Trabajó con él en el laboratorio y tradujo sus trabajos de latín e inglés al francés. Juntos trabajaron sobre la combustión y la respiración. Introdujeron el nombre de “oxígeno” para el gas que intervenía en la combustión y pusieron las bases del sistema de nomenclatura química. Marie dibujó las ilustraciones en el *Traité de Chimie* de Lavoisier y después de la muerte de éste en la guillotina editó y publicó sus *Memoires de Chimie*.

CAROLINE HERSCHEL (Alemania, 1759-1848). Caroline era hija de un músico del Ejército alemán. Su hermano, William, se trasladó a Inglaterra como músico militar, pero desertó para estudiar astronomía y música. Llamó a Caroline y le pidió que se encargara del trabajo de ama de casa. Juntos montaron su propio observatorio y pulieron sus propias lentes para los telescopios. También pulieron espejos a mano y fabricaron telescopios para otras personas a fin de costearse sus investigaciones.

Lubbock, Constance: *The Herschel Chronicle*. Cambridge University Press, 1933. Sullivan, Navin: *Pioneers in Astronomy*. Harrap, 1964.

JANE MARCET (Inglaterra, 1769-1858). Su marido fue un médico de prestigio en el Hospital Guy's e investigaba temas químicos. Asistió a las clases de cátedra de Sir Humphrey Davy en la Royal Institution y escribió un libro, *Conversations on Chemistry*, en el cual Faraday aprendió sus primeras nociones de

química. Este libro está escrito en forma de diálogo entre una institutriz y sus dos pupilas, Caroline y Emily.

Green, J. H. S.: "Mrs. Marcet and her conversations on Chemistry". *New Scientist*, 9-10-1958.

MARIA MITCHELL (Estados Unidos, 1818-1889). El 1 de octubre de 1847, con un telescopio de dos pulgadas, descubrió un nuevo cometa, "Cometa Miss Mitchell", y el rey de Dinamarca le concedió una medalla. Trabajó como compiladora para el *Almanaque náutico (Nautical Almanach)* y en 1865 fue nombrada primera directora del Observatorio del Vassar College, donde enseñó astronomía y formó a muchas astrónomas.

ELLEN SWALLOW RICHARDS (Estados Unidos, 1842-1911). Primera mujer que ingresó en el Instituto de Tecnología de Massachusetts M. I. T. como estudiante en la especialidad de Química. Investigó sobre aplicaciones químicas en la vida cotidiana, por ejemplo, purificación de aguas, nutrición e ingeniería sanitaria. No le dejaron hacer el doctorado, pero fundó el Women's Laboratory del M. I. T. Dio clases sobre el análisis de la atmósfera del agua y de los residuos y trabajó como asesora en análisis de la industria alimentaria. Su libro *Food Materials and their Adulterations* (1885) influyó en la decisión del Gobierno de Estados Unidos para aprobar la *Pure Food and Drugs Act*.

AGNES POCKELS (Alemania, 1862-1935). Química de superficie. Definió la superficie mínima ocupada por la capa superficial monomolecular, de unos 20 \AA^2 por molécula, que ahora se conoce como el punto Pockels. Realizó en gran parte su trabajo experimental en la cocina de su casa, por la discriminación contra las mujeres que existía en Alemania en ese momento, y no logró el título universitario. Su trabajo se publicó por primera vez en *Nature* en 1891, presentado por lord Rayleigh, de quien era secretaria.

Journal of Chemical Education 59, diciembre 1982, pág. 1030.

MARIE CURIE (Polonia, 1867-1934). De soltera Marya Sklodowska, nacida en Polonia, pasó grandes penalidades para estudiar en París y sacar un título en Ciencias Físicas y Matemáticas. Aisló el radio y el polonio a partir de la pechblenda y ganó el Premio Nobel de Física en 1903 y de Química en 1911.

LISE MEITNER (Austria, 1878-1968). Nacida en Viena el 7 de noviembre de 1878, hija de un abogado, se doctoró por la Universidad de Viena en 1906 y dirigió las investigaciones de la Universidad de Berlín con Otto Hahn. Trató a muchos de los grandes científicos alemanes de la época, como a Max Planck, físico, y Emil Fischer, químico. Fischer introdujo a Lise Meitner en su equipo, pero le hizo prometer que nunca entraría en los laboratorios cuando hubiera hombres trabajando. La colaboración con Hahn duró treinta años. Durante este tiempo descubrieron un nuevo elemento, el protoactinium. A principios de 1939 publicó su primer informe sobre la posibilidad de la fisión del uranio. Hahn fisionó el átomo de uranio más tarde, en el mismo año. Después de la guerra, Meitner viajó a Estados Unidos, se convirtió en ciudadana sueca y se estableció en Cambridge en 1958. Ganó el Premio Fermi de la Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos, y fue la primera mujer que recibió este premio. Falleció, a la edad de noventa años, en Cambridge.

IRENE JOLIOT CURIE (Francia, 1897-1956). Hija de Marie Curie. Se casó con Frederick Joliot en 1926 y con él hizo el primer radioisótopo sintético de fósforo que trabaja el bombardeo de átomos por aluminio con partículas alfa. Recibió por estos trabajos el Premio Nobel en 1935.

KATHLEEN LONSDALE (Gran Bretaña, 1903-1971). Cristalógrafa de análisis con rayos X. Fue una de las primeras integrantes femeninas de la Royal Society y la primera en demostrar, en 1923, que el anillo de benceno es plano y hexagonal. Era la más joven de diez hermanos; su padre y su madre se separaron cuando sólo tenía cinco años. Después de una infancia difícil en Londres durante la Primera Guerra Mundial se convirtió en estudiante con William Bragg, el cristalógrafo que ganó el Premio Nobel.

Journal of Chemical Education, 59, noviembre 1982, pág. 965.

MARIA GOEPPERT MAYER (Alemania, nacionalizada en Estados Unidos, 1906-1972). Su investigación sobre la estructura del núcleo atómico ganó el Premio Nobel de Física en 1963 conjuntamente con J. Jensen y E. Wigner. Estaba casada con un físico-químico americano y tenía dos criaturas.

MARGUERITE PEREY (Francia 1909-1975). Miembro del equipo de Marie Curie desde 1929, descubrió el francio en 1939. Llegó a ser directora del Nuclear Research Centre, en Estrasburgo, y finalmente fue elegida integrante de la Academia de Ciencias, primera mujer que lo logró después de doscientos años de existencia de esta Academia.

DOROTHY CROWFOOT HODGKIN (Gran Bretaña, 1910). Cristalógrafa de rayos X. Premio Nobel por la Estructura de la Vitamina B 12 en 1964.

Hunt, J. A.: *Chemists in the World*. Revised Nuffield Chemistry Series. Longman, 1979, págs. 34-36.

MARGARET BURBIDGE (Gran Bretaña, 1918). Astrónoma. Directora del Centro de Astrofísica y Ciencias del Espacio en la Universidad de San Diego (California). En 1972-73 ocupó el puesto de directora del Royal Greenwich Observatory. Actualmente integrante del equipo NASA que está perfeccionando la espectrografía de objetos de señal débil para la lanzadera espacial de 1984.

VALENTINA TERESHKOVA (Unión Soviética). Cosmonauta.

Sharpe, Mitchel R.: *It is I, Sea Gull. Valentina Tereshkova, First Woman in Space*. Crowell, New York, 1975.

ROSALIND FRANKLIN (Estados Unidos, 1920-1958). Ver Apéndice C.

Sayre, Anne: *Rosalind Franklin and DNA*. Norton, New York, 1975.

EDITH OLSEN (Estados Unidos). Química inorgánica. Estaba trabajando con el Ejército de Estados Unidos cuando descubrió las técnicas fotográficas y litográficas para los circuitos microelectrónicos en pastillas de silicón. En principio estos circuitos se utilizaron en la industria de armamento, pero hoy día esos mismos *chips* se producen para ordenadores personales, magnetoscopios, etc.

Ciencias Naturales

ELEANOR ORMEROD (Inglaterra, 1830-1901). Especialista en Entomología económica. Escribió artículos y libros sobre las plagas comunes de insectos y métodos para su control.

FLORENCE RENA SABIN (Estados Unidos, 1871-1953). Dedicada a la investigación en temas de medicina. Su estudio de las células de la sangre llevó a una mejor comprensión de las enfermedades y del sistema de defensas del cuerpo. Tras retirarse de la dirección del Departamento de Estudios Celulares en el Rockefeller Institute for Medical Research, luchó por una mejor sanidad pública en Colorado y logró extender el control radiográfico en Denver para la tuberculosis. Dos años después había disminuido en un 50 por 100 el índice de fallecimientos por tuberculosis en la ciudad.

MAUDE SLYE (1879-1954). Zoóloga. Investigó la relación de la herencia con la resistencia al cáncer.

MURIEL ROBERTSON (Inglaterra, 1883-1973). Estudió el ciclo vital del tripanosoma en la mosca del sueño en Uganda. Esto llevó al control de la enfermedad del sueño. También llevó a cabo un trabajo sobre la identificación de la gangrena, que antes de la Primera Guerra Mundial, era una de las principales causas de muerte de los/as heridos/as.

LIBBIE HYMAN (Estados Unidos 1888-1969). Zoóloga. Investigó los invertebrados menos evolucionados, y se le concedió la Medalla de Oro de la Royal Society de la Sociedad Lineana en 1960 por sus aportaciones a los estudios sobre los invertebrados.

RACHEL FULLER BROWN (1898). Bioquímica. Trabajó con Elizabeth Hazen, aisló el primer antibiótico antifúngico, Nystatin, en 1949. El Nystatin se utiliza para las infecciones fúngicas, por ejemplo, pies de atleta, así como para combatir el moho en la pintura y la enfermedad de Dutch Elm.

HONOR BRIDGET FELL (Inglaterra, 1900). Bióloga especializada en Química celular. Fue asistente de T. S. P. Sterangeways en el Cambridge Research Hospital en 1923, y, después de su muerte en 1929, fue nombrada directora. Investigó sobre los métodos de cultivos orgánicos para estudiar los efectos bioquímicos de las vitaminas y las hormonas en el cuerpo. A la edad de setenta años, empezó a investigar el desarrollo de la artritis.

RACHEL CARSON (Estados Unidos, 1907-1964). Especializada en biología de organismos marinos. Fue de las primeras personas en llamar la atención sobre los efectos de los pesticidas en el medio ambiente.

Latham, J. L.: *Rachel Carson: Who Loved the Sea*. Carrard, Champaign, Illinois, 1973.

Sterling, P.: *Sea and Earth: The Life of Rachel Carson*. Crowell, New York, 1970.

Brooks, P.: *The House of Life: Rachel Carson at Work*. Houghton Mifflin, Boston, Mass., 1972.

Carson, R.: *Silent Spring*. Houghton Mifflin, Boston, Mass., 1962.

SYLVIA EARLE MEAD (Estados Unidos, 1935). Especializada en la vida del mar. Bióloga marina. En 1970 dirigió un equipo de mujeres de investigación submarina durante dos semanas en el "Tektite II". Salían de su base submarina durante muchas horas al día para investigar especies de plantas y animales. El mayor interés de Sylvia en la investigación es la interrelación entre las plantas marinas y los animales.

JANE GOODALL (Inglaterra, 1934). Vivió durante varios años en Tanganika realizando una estrecha investigación sobre chimpancés para observar su comportamiento.

Bettyan Kevles: *Watchung the Wild Apes: The Primates of Goodall*. Fossey & Galdikas. Dutton, New York, 1976.

Coerr, E.: *Jane Goodall*. Putnam, New York, 1976.

Matemáticas

HYPATIA (Grecia, 375-415). Ocupó la Cátedra de Filosofía Platónica en Alejandría y enseñó geometría, astronomía y álgebra, la nueva ciencia. Se le atribuyen varios inventos utilizados en la vida cotidiana: un aparato para destilar agua, un instrumento para medir la gravedad específica del agua, un astrolabio y un planisferio. La conocemos a través de las cartas de uno de sus alumnos, Synsius, que más tarde fue arzobispo de Ptolomeo. Fue asesinada por la muchedumbre, incitada por Cirilo, Patriarca de Alejandría, por su racionalismo científico opuesto a las doctrinas de la Cristiandad.

MARIA GAETANA AGNESI (Italia, 1718-1799). A la edad de nueve años habló en latín durante una hora ante una asamblea culta sobre el derecho de la mujer a estudiar ciencias. Su principal obra sobre el cálculo diferencial e integral, *Le Istituzioni Analitiche*, fue traducida a varios idiomas y se le ofreció, aunque no aceptó, la Cátedra de Matemáticas Superiores en Bolonia.

GABRIELLE DU CHATELET (Francia, 1706-1746). Fue la primera persona en traducir *Principia Mathematica*, de sir Isaac Newton, al francés; su largo ensayo *Les Institutions de Physiques*, escrito en 1740, introdujo en Francia las ideas de Leibniz. Vivió muchos años con Voltaire, trabajando con él sobre la naturaleza del fuego. En un estudio sometido a la Academia de Ciencias Francesa en 1738 anticipó posteriores investigaciones manteniendo que el calor y la luz tienen la misma causa o son ambas formas/tipos de movimiento.

SOPHIE GERMAIN (Francia, 1776-1831). Física matemática. Ganó el premio ofrecido por la Academia de Ciencias Francesa a quien pudiera “dar la teoría matemática de la vibración de superficies elásticas y compararla con los resultados del experimento”. Gauss recomendó que la nombraran doctor *honoris causa* por la Universidad de Göttingen, pero falleció antes de que se le concediera.

MARIF COMMERVILLE (nacida Fairfax). (Gran Bretaña, 1780-1872). Tradujo el libro de Laplace sobre el mecanismo de los cielos al inglés, y, junto con Caroline Herschel, fue elegida miembro de honor de la Royal Astronomical Society. Escribió *Geografía Física*, libro muy admirado por Humboldt y varios estudios monográficos sobre temas matemáticos, por ejemplo, curvas y superficies de alto nivel. En reconocimiento a sus servicios a la ciencia, el Gobierno le concedió una pensión de 300 libras al año. Fue la primera en firmar la petición de John Stuart Mill al Parlamento para el voto femenino.

ADA BYRON LOVELACE (Gran Bretaña, 1815-1852). Hija de lord Byron, el poeta. Al poco tiempo de nacer Ada, su padre y su madre se separaron, y lady Byron se quedó muy amargada. Lady Byron estaba muy preocupada por la educación de Ada, especialmente por las matemáticas. Cuando cumplió trece o catorce años, Ada decidió que quería ser una famosa matemática. Conoció a Charles Babbage, inventor del ordenador, que le sugirió que publicase una traducción de la obra de un ingeniero italiano y añadiese sus propias notas sobre los ordenadores. También describió en otro lugar cómo Babbage planificó el uso de tarjetas perforadas a fin de dar instrucciones a su aparato analítico (ordenador) para que llevase a cabo cálculos complicados.

Moore, Doris Langley: *Ada, Countess of Lovelace: Byron's Legitimate Daughter*, John Murray, 1977.

SONYA KOVALEVSKY (Rusia, 1850-1891). Matemática. Estudió esta ciencia en Heidelberg y sacó un título *in absentia* en Göttingen por su brillante tesis sobre ecuaciones diferenciales parciales. Ganó el Premio Bordin de la Academia Francesa por su trabajo sobre la rotación de un cuerpo sólido alrededor de un punto fijo. Fue nombrada profesora de Matemáticas Avanzadas en la Universidad de Estocolmo y, poco después de su fallecimiento, fue elegida miembro de la Academia de Ciencias de San Petersburgo.

EMMY NOETHER (Alemania, 1882-1935). Matemática. Hizo una aportación significativa al Algebra moderno con sus estudios sobre anillos abstractos y la teoría ideal. Por ser judía, intelectual y liberal fue despedida de su puesto en la Universidad de Göttingen en 1933, durante la subida al poder de los nazis. Se convirtió en profesora en Bryn Mawr College, en Estados Unidos.

GRACE HOPPER (Estados Unidos, 1906). Pionera en Informática. Trabajó para el Departamento UNIVAC de Sperry Rand en el primer compilador: el traductor entre seres humanos y ordenadores. Desarrolló el concepto de programación automática que llevó a la producción de COBOL (Common Business Oriented Language).

Ingeniería

HERTHA AYRTON (Gran Bretaña, 1854-1923). Estudió el arco eléctrico e inventó un ventilador para ahuyentar los gases venenosos de las trincheras en la Primera Guerra Mundial. Dio charlas sobre electricidad a mujeres, y se convirtió en la primera mujer miembro de la Institution of Electrical Engineers a la edad de cuarenta y cinco años.

Sharp, Evelyn: *Hertha Ayrton: A Memoir*. Edward Arnold, 1926.

LILIAN MOLLER GILBRETH (Estados Unidos, 1878-1972). Trabajó con su marido, Frank, en el estudio del tiempo y el movimiento. Por este trabajo le concedieron la Medalla Gannt 1944 de la American Society y de Mechanical Engineers y la American Management Society. Aplicó el estudio del tiempo y del movimiento a la divulgación del diseño de la cocina y combinó su notable carrera con la educación de doce criaturas: seis chicas y seis chicos. Dos de ellas escribieron sobre *Cheaper by the Dozen* y *Belles on their Toes*.

CAROLINE HASLETT (Gran Bretaña, 1895-1957). Empezó a trabajar como administrativa con la Cochran Boiler Company en 1914 y pasó al taller de ingeniería durante la Primera Guerra Mundial. Fue secretaria de la Women's Engineering Society justo después de su formación. En 1924 se fundó la Electrical Association for Women y fue nombrada directora, puesto que conservó hasta 1956. La asociación intenta formar mujeres para que saquen el máximo partido de la energía eléctrica.

Messenger, R.: *The Doors of Opportunity*, Femina Books, 1967.

VERENA HOLMES (Gran Bretaña, 1889). Se convirtió en la primera mujer miembro de la Institution of Mechanical Engineers en 1924. Trabajó en la formación de mujeres ingenieras durante la Segunda Guerra Mundial, y fue nombrada miembro de la Institución en 1944.

MARGARET WESTON (Gran Bretaña, 1926). Directora del Museo de Ciencia desde 1973. Empezó a trabajar como ayudante de ingeniería con GEC, y más tarde trabajó sobre problemas en el aislamiento del alto voltaje. Entró en el Museo de Ciencias como ayudante de Conservación en 1955.

Medicina

HELOISE (Francia, 1101-1164). Estudió con Abelardo, y sus relaciones amorosas con su tutor han ocultado el hecho de que, al mismo tiempo, estaba realizando el equivalente de un curso de graduación en medicina, cirugía, teología y filosofía. Según el escritor del siglo XVII, Franciscus Ambrosius, que editó la obra de *Abelardo y Eloísa*, sólo era inferior en estos temas a Abelardo mismo, que quizás era el más eminente erudito de su época. Después de la separación de la pareja, enseñó y practicó la medicina en la Ermita de Paraclete, donde fue monja, durante veinte años.

Millar, R.: *Abelardo y Eloísa*. Francés, 1971.

FLORENCE NIGHTINGALE (Gran Bretaña, 1820-1910). Ha llegado a ser una leyenda por su trabajo como directora del equipo de enfermeras en el hospital de Scutaru, cerca de Istanbul, en la Guerra de Crimea. Se convirtió en una indiscutible autoridad en enfermería, y en 1907 fue la primera mujer en recibir la Orden del Mérito.

Woodham-Smith, C.: *Florence Nightingale*. Constable, 1951.

ELIZABETH BLACKWELL (británica-americana, 1821-1910). Fue la primera mujer que recibió un título médico en Estados Unidos. Se graduó en 1849 en la Geneva Medical School, en Nueva York, y continuó su educación médica en Europa, sobre todo en el Hospital St. Bartholomew. Encontró gran oposición a su vuelta a América, pero eventualmente consiguió organizar la Enfermería para Mujeres y Niños de Nueva York en 1857, y, en 1868, el Colegio Médico de Mujeres de la Enfermería de Nueva York.

ELISABETH GARRETT ANDERSON (Gran Bretaña, 1836-1917). En 1865 se convirtió en la primera mujer inglesa con permiso para practicar la medicina. Fue médica visitadora del Hospital East London en 1870 y se especializó en el tratamiento de mujeres y niños.

Anderson, L. G.: *Elizabeth Garrett Anderson*. Faber, 1939.

SOPHIA JEX-BLAKE (Gran Bretaña, 1840-1912). Pionera de la educación médica de mujeres. Desde 1865 estudió Medicina, bajo las órdenes de Elizabeth Blackwell, en Nueva York, pero en aquella época las Escuelas de Medicina inglesas estaban cerradas a las mujeres y no pudo continuar sus estudios cuando volvió a Inglaterra. Intentó por todos los medios entrar en la Universidad de Edimburgo, y, con otras cinco mujeres, consiguió matricularse en 1869, pero entonces las autoridades universitarias cambiaron de idea. Después de una larga lucha legal, el juez abolió la decisión de la Universidad de no permitir a las mujeres sacar títulos. En 1874 abrió la London School of Medicine for Women, y en 1876 ganó su campaña de estudiantes femeninas para permitir entrar en exámenes mé-

dicos en Inglaterra. En 1886 fundó una Escuela de Medicina en Edimburgo, pero sólo en 1894 las mujeres pudieron graduarse en medicina por la Universidad de Edimburgo.

VIRGINIA APGAR (Estados Unidos, 1909). Creó el “Score Apgar”, internacionalmente reconocido para evaluar las condiciones generales de una criatura recién nacida.

ROSALYN YALLOW (Estados Unidos, 1921). Médica. Le concedieron el Premio Nobel en 1977 por su método de ensayo de radioinmunidad. Esto hizo posible la medición precisa de las sustancias en la sangre como fármacos, hormonas y enzimas.

Ilustraciones de ejemplos de chicas realizando operaciones estándar de laboratorio



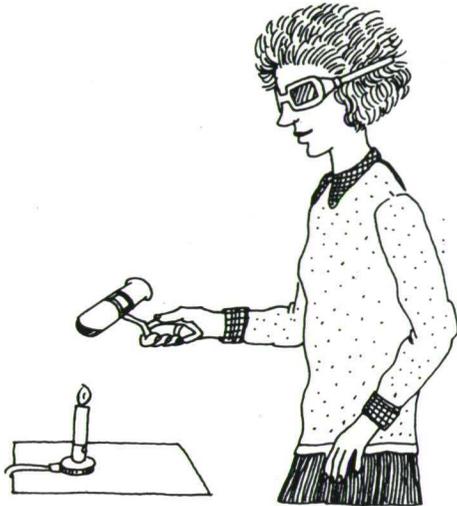
No hace falta permiso para reproducir estas ilustraciones, suponiendo que las copias se hagan solamente en la institución educativa donde se van a utilizar, y que estas copias no se vendan, alquilen ni presten a ninguna otra persona, organización ni institución.



BIEN



MAL



BIEN



MAL

Grupo de control y revisión del Programa 3



J. Chambers (Presidente)	Regents Park School, Southampton (National Union of Teachers)
C. Bailey (desde sept. 1980)	Trades Union Congress
Dr. M. Birchenough	Inner London Education (Association of Metropolitan Authorities)
R. O. Burton (desde nov. 1981)	County Education Officer, Isle of Wight (Society of Education Officers)
T. Carroll (desde enero 1982)	H M Inspectorate of Schools
P. Casey (desde enero 1981)	Confederation of British Industry
H. Dowson	Earl Marshal School, Sheffield (National Union of Teachers)
G. Ellerby (junio. 1980 a sept. 1981)	Director of Education, London Borough of Bromley (Society of Education Officers)
E. A. Gray	Wakefield Girl's High School Assistant Masters and Mistresses Association
J. G. Owen (hasta abril 1980)	Chief Education Officer, Devon (Society of Education Officers).
A. Pendlebury-Green	Director de St. Mary's CEP School Folkestone (National Association of Head Teachers)
N. J. Sanders (desde junio. 1981)	Departamento de Educación y Ciencias
R. Stone (hasta sept. 1980)	Departamento de Educación y Ciencias
N. Summers (nov. 1980 a mayo 1981)	Departamento de Educación y Ciencias
SI A. F. Tuberfield (hasta nov. 1981)	Inspectorate of Schools
D. P. Williams	Presidente. Mathematics/Science Faculty Committee Consejo Escolar. Comité para Gales

Gran parte del plan de estudios del antiguo Consejo Escolar durante 1980-83 se organizó en cinco programas con temas parecidos: objetivo y planificación en escuelas; ayuda al profesorado para que sea más eficaz; desarrollo del currículum para un mundo en cambio el alumnado considerado individualmente, y mejora del sistema educativo.

El Programa 3, "Cómo desarrollar el currículum escolar para un mundo en cambio" miraba hacia el futuro. El Consejo era consciente de que el alumnado de las escuelas actuales será adulto en el siglo XXI y de que, junto con la enseñanza básica, el currículum escolar debería reflejar los modelos sociales, económicos, tecnológicos y de ocio en continuo cambio, a fin de desarrollar la gama de capacidades que necesitará la juventud en su vida profesional.

"Cómo hacer que las chicas se interesen por las ciencias" está basada en experiencias adquiridas durante el proyecto de "Chicas en la ciencia y la tecnología" y presenta ideas prácticas para la enseñanza de ciencias en clases mixtas de forma que se interesen más chicas.

La autora explica cómo, siendo observadoras en laboratorios y clases, las personas integrantes del equipo pudieron observar detalles que el profesorado daba por hechos y le pasaban inadvertidos. Sugiere que el profesorado debería ser más consciente de la imagen de las ciencias que comunica a su alumnado, y señala cómo los cambios de estilo y énfasis pueden influir sobre las actitudes de éste.

La publicación de las obras del antiguo Consejo Escolar está ahora a cargo del School Curriculum Development Committee.

Otras obras del programa de Longman:

"Primary Mathematics": "Critical Appraisal Instrument", por D. Lumb (editor), R. D. Ellis, H. Roberts y R. E. Robinson (1983).

"Guidelines for Review and Internal Development in Schools: Primary School Handbook", por Agnes Mc Mahon, Ray Bolam, Ron Abbott y Peter Holly (1984).

"Work Experience: A Study of a School-operated Scheme", por K. Fitzgerald y J. Bodiley (1984).

"Language Across the Transition: Primary/Secondary Continuity and Liaison in English", por Martin Creasy, Frances Findlay y Brian Walsh (1983).

"Humble Pi: the Mathematics Education of Girls", por Muriel Eddowes (1983).

"Switched Off: the Science Education of Girls", por Jan Harding (1983).

"Vías y Medios: Taller, Diseño y Tecnología en la Educación de las Chicas", por John Catton (1984).

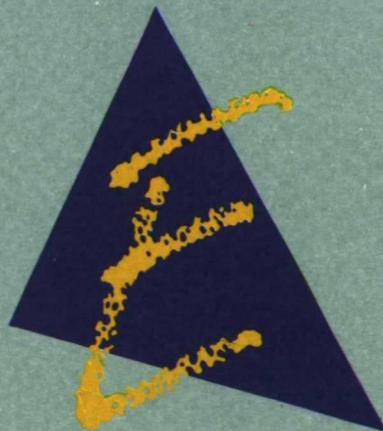
"It makes you think! Stating Aims and Objectives in the Primary School", por Carl Parsons y Stephen Steadman (1984).

"Pour the Cocoa, Janet": "Sexism in Children's Books", por Rosemary Stones (1983).

"Taken for Granted? Looking at Schools as Organisations", por Charles Handy (1984).

"Beyond the Wendy House: Sex Role Stereotyping in Primary Schools", por Judith Whyte (1983).

"We make Kettles": Studying Industry in the Primary School", publicado por Ian Jamieson (1984).



Ministerio de Educación y Ciencia