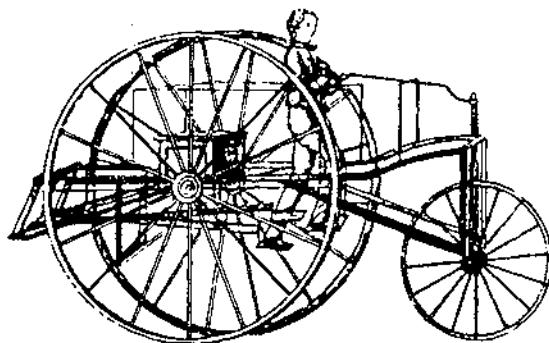


# INFORMACION BIBLIOGRAFICA



## Y NOTICIAS

Como es habitual, en esta sección se publicarán reseñas de libros y artículos de interés. Pero, además, y con objeto de facilitar al máximo el despegue de la investigación educativa, se incluirá también:

- Selecciones bibliográficas temáticas.
- Descripción de las revistas de enseñanza de las ciencias de mayor interés: su contenido, condiciones de abono...
- Presentación de los distintos Centros de Documentación accesibles con indicación de las revistas que pueden encontrarse, horarios,...
- Relaciones de trabajos sobre enseñanza de las ciencias publicados por los ICE y otros organismos educativos.
- Información sobre trabajos de licenciatura y tesis de contenido didáctico.
- Reseñas de cursos, congresos,...

## RESEÑAS BIBLIOGRAFICAS

### EL ORIGEN Y DESARROLLO DE LA RELATIVIDAD

SANCHEZ RON, J. M., Madrid, Alianza Editorial (A.U. nº 362). 1983.

Desde que la comunidad científica comenzó a tomar conciencia de que algo había cambiado en la Física de los primeros años de este Siglo, con la aparición de lo que muy pronto comenzó a llamarse «Teoría de la Relatividad», todo un movimiento historiográfico comenzó a formarse en torno al problema de los orígenes y significado de la Relatividad.

En las dos últimas décadas, los estudios sobre su problemática histórica y su significación filosófica ha llevado a que la Historia de la Teoría de la Relativi-

dad se haya convertido en referente básico en la Historiografía de la Ciencia Contemporánea. Así, las distintas posiciones respecto del nacimiento de la Relatividad y la relevancia epistemológica de los elementos de su edificio, han dividido a la comunitat científica y filosófica, en facciones en fructífera confrontación.

El esperado libro de José Manuel Sánchez Ron, que ya en una primera versión publicó la Universidad Autónoma de Barcelona, entra de lleno en el estudio de esta importante rama de la Ciencia del Siglo XX. En sus 234 apasionantes páginas, desarrolla las líneas fundamentales de su profunda visión sobre la Teoría de la Relatividad. Los objetivos que se plantea son muy —tal vez demasiado— ambiciosos para ser desa-

rrollados en un único texto, pero en su conjunto, el libro cumple bien su labor de aportar una buena introducción del alto nivel al tema y completarla con una extensa y bien escogida bibliografía, que facilita la ampliación de los temas expuestos.

Los distintos capítulos del libro tienen una intensidad desigual. Una breve panorámica de la filosofía de principios de Siglo, da paso a un —breve también— estudio del estado de la Electrodinámica antes de Lorentz, para adentrarse después en los hitos esenciales de la Historia de la Relatividad. La obra de Lorentz y Poincaré es presentada en el contexto de la polémica actual entre los historiadores y sin tomar posiciones muy definidas, pasa Sánchez Ron a estudiar la contribución funda-

mental de Einstein de 1905, en un cuidado capítulo. El espíritu ecléctico con que se enfoca el estudio de la obra de Einstein se hace visible por ejemplo, en su análisis de la importancia que para la obra de éste, tuvo el experimento de Michelson-Morley.

El capítulo 5, en el que estudia la recepción de la Teoría de la Relatividad Restringida por la comunidad científica es —al nivel que lo plantea— de los más bellos del libro y una buena motivación para impulsar un estudio más profundo.

Con un breve —y corto— estudio sobre las aportaciones de Minkowski al concepto del Espacio-Tiempo y los intentos de Einstein de encontrar una nueva Electrodinámica, que no aparecería sino hasta el surgimiento de las Electrodinámicas cuánticas, concluye la primera parte de la obra y comienza el estudio de la génesis de la Relatividad General.

En esta teoría, mucho menos estudiada, en su historia, es donde Sanchez Ron desarrolla lo mejor de sus conocimientos. Aunque pueda parecer escasa, el autor alcanza en ella carecteres de virtuosismo en un tema extraordinariamente difícil y sobre el que no hay aún obras «definitivas», brindando al lector la posibilidad de caminar de su mano segura por entre los intrincados caminos que condujeron a la cima desde la que en 1916, Einstein aportó espléndida luz al mundo, con su Teoría de la Relatividad Generalizada. Los capítulos a esta parte dedicados aportan la información suficiente y la base necesaria para construir sobre ella estudios de detalles más profundos, si algunas partes de la Historia de la Relatividad Restringida, y las discusiones en su torno eran ya accesibles al lector no especializado, el libro de Sanchez Ron se convierte en una pieza imprescindible para quien quiera conocer la génesis de la Relatividad General.

La limitación espacial de la obra patente en el último capítulo, que constituye únicamente un apunte y en los dos apéndices, que desarrollados que debieran haber formado parte fundamental de otros capítulos del libro.

En resumen, una espléndida aproximación a la Historia de la Relatividad por parte de uno de los mejor informados entre los historiadores de la Ciencia Contemporánea españoles y una obra que, superando sus limitaciones, demuestra que también es posible en España, escribir buena Historia de la

Ciencia. El lector interesado y nuestra comunidad científica deben sentirse gozosos de que, con obras como la de Sanchez Ron que comentamos, la Historia de la Ciencia vaya ocupando en nuestro país el lugar que por su importancia le corresponde.

ANTONIO E. TEN

### LEARNING SCIENCE: A GENERATIVE PROCESS

OSBORNE, R.J. y WITROCK, M.C., 1983, *Science Education*, 67 pp. 489-508.

Se inicia este trabajo con un análisis detenido de las numerosas investigaciones que estos últimos años han puesto en evidencia la importancia que para el aprendizaje tienen las concepciones de los alumnos previas a la enseñanza escolar y las dificultades que presenta el cambio de dichas concepciones.

Los resultados de estas investigaciones obligan, en opinión de los autores, a un cambio de orientación en la enseñanza de las ciencias. «Lo que se precisa —afirman— es una teoría o modelo de aprendizaje que dé toda su importancia a lo que los alumnos aportan. (...) Investigaciones recientes, tanto en psicología cognoscitiva como sobre el cerebro, han conducido a un modelo particularmente pertinente». La esencia de este modelo, designado como aprendizaje generativo, es que «el cerebro no es un pasivo consumidor de información. Por el contrario, construye activamente sus propias interpretaciones de la información y deriva inferencias».

De acuerdo con este modelo, para aprender significativamente se ha de construir significativamente el significado, se ha de inventar un modelo o explicación que organice la información seleccionada a partir de la experiencia que dé sentido a la misma. Se procede para ello a recuperar información de la memoria (estructura de conocimientos) y a utilizarla para generar significado a partir de la información recibida, organizándola, codificándola y almacenándola a su vez en la memoria. «... el camino para la construcción de significado a partir de cualquier experiencia como la lectura de un texto o la observación de un suceso no comienza con dicha experiencia. Comienza más bien con una atención selectiva a la misma que viene influenciada por una va-

riedad de aspectos procedentes de la estructura de conocimientos y los procesos cognoscitivos.»

Los significativos así construidos pueden ser evaluados siguiendo diferentes caminos: atendiendo a la plausibilidad de las suposiciones, a su coherencia con otros aspectos de la propia estructura de conocimientos o bien en términos de las predicciones derivadas de los mismos. Finalmente, —y este es un aspecto de la mayor importancia— el proceso de evaluación puede conducir a una reestructuración de los conocimientos almacenados en la memoria; reestructuración que, en ocasiones, puede traducirse en cambios profundos.

El artículo prosigue mostrando la coherencia del modelo con los resultados de las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias para determinarse a continuación en sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias. Implicaciones que abarcan desde la cuestión clave de la motivación a la resolución de problemas. En síntesis el modelo de aprendizaje generativo concede una importancia central a la estructura de conocimientos y a la experiencia que los alumnos aportan a la situación de aprendizaje y a su implicación activa. Más aún, el modelo de aprendizaje generativo mantiene que la acción educativa solo puede ser entendida a través del conocimiento de las generaciones que induce en los estudiantes. Según ello, una buena enseñanza requiere que el profesorado posea una cierta apreciación de las estructuras de conocimiento que los alumnos poseen en los campos específicos implicados, con objeto de elaborar las estrategias adecuadas para conectar los nuevos conocimientos con dichas estructuras y para modificarlas.

El artículo expone también algunas implicaciones en la formación del profesorado (que debería contemplar una introducción a las ideas y preconceptos de los alumnos) y en las líneas de investigación en el campo de la enseñanza de la ciencia.

Se trata en suma de un trabajo lleno de sugerencias cuya lectura consideramos imprescindible para quienes se interesen en la fundamentación teórica de su actividad docente y en las nuevas orientaciones derivadas de la investigación didáctica.

D.G.P.

**PROBLEM SOLVING ABILITY AND COGNITIVE ESTRUCTURE AN EXPLORATORY INVESTIGATION**

*KEMPA, R.F. y NICHOLLS, Carol E. European Journal of Science Education, 1983, Vol. 5, nº 2, 171-184.*

En lugar de concebir la resolución de problemas como el proceso seguido para resolver una situación novedosa, los autores adoptan un punto de vista más pragmático: resolver problemas es contestar correctamente a las cuestiones (y problemas) propuestos habitualmente en los exámenes de clase. Este trabajo investiga por qué se fracasa al resolver estos problemas.

Ciñéndose a esa definición operativa, admiten que buenos y malos resolventes no difieren significativamente en el conocimiento de algoritmos y estrategias adecuadas para resolver problemas (pues se tratarían de problemas familiares). En consecuencia exploran otra variable como posible causante del fracaso: la estructura cognoscitiva.

Postulan que un problema que requiere que un concepto sea aplicado a un determinado nivel de abstracción, no puede ser resuelto por un estudiante cuando la asimilación del concepto no corresponda al mismo nivel. Por tanto, la hipótesis de este trabajo es que las estructuras cognoscitivas de buenos y malos resolventes deben diferir precisamente en la disponibilidad de conceptos o relaciones de nivel de abstracción superior. El diseño experimental consiste, pues, en:

- identificar, para determinados conceptos de Química, buenos y malos resolventes.
- obtener un «modelo» de la estructura cognoscitiva de cada grupo
- comparar la complejidad de relaciones y riquezas de conceptos de distintos niveles de abstracción para ambos grupos.

La primera parte se consigue mediante la elección del cuartil superior e inferior (en puntuación) de una muestra de alumnos que han resuelto una «batería» de cuestiones y problemas de Química. La penetración en la estructura cognoscitiva es más delicada, y los autores utilizan una técnica muy criticada: un test de asociación de palabras: para cada palabra-estímulo (p. ej.: ácido) los estudiantes tienen 30 segundos para escribir hasta ocho cualidades o conceptos que consideren más relacionados con el estímulo. Obtienen así un

«mapa» o desarrollo de la estructura cognoscitiva (gráfico que muestra los vínculos entre el concepto elegido y otros) para cada concepto, que adquiere carácter semicuantitativo por la utilización del «coeficiente de relacionabilidad» que mide la «intensidad» de los vínculos entre conceptos.

De este modo, es posible obtener y comparar «mapas» cognoscitivos para un determinado concepto, para buenos y malos resolventes, a distintos niveles de relacionabilidad. Se comparan, también estos esquemas con los extraídos del material didáctico utilizado.

Las conclusiones, que confirman la hipótesis, son:

- Para un nivel dado de relacionabilidad, las estructuras cognoscitivas de los buenos resolventes son más complejas, contienen más asociaciones que las de los malos resolventes.
- La intensidad de los vínculos entre conceptos es menor en los malos resolventes, lo que parece importante para resolver problemas. Puede ser que donde los conceptos estén débilmente ligados o se produzca con facilidad el acceso de uno a otro y no se pueda solucionar un problema en que esa relación sea esencial.
- Las mayores diferencias entre las estructuras cognoscitivas aparecen para conceptos de mayor nivel de abstracción, y, por tanto, ésta debe ser considerada como la causa más probable de la incapacidad para resolver problemas que requieran la utilización de conceptos químicos en su más abstracta formulación.

Hemos de añadir que se trata de un trabajo en la línea de la teoría del aprendizaje ausbeliana, técnicamente serio. No obstante, es necesario salir del paso de posibles interpretaciones que podrían extraerse de los resultados. En efecto, si se concibe la estructura cognoscitiva (formada, también, por elementos metodológicos y actitudinales en la resolución de problemas) como algo inmutable o congénito, es fácil caer en la tentación de echar toda la culpa al alumno: no resuelven los problemas los que no tienen bien asimilados los conceptos. Pero no, como muestra Selvaratnam (1974) es posible tener los conocimientos necesarios y no poder solucionar un problema (incluso muy parecidos a los realizados en clase). Además, la estructura cognoscitiva es algo dinámico, se va construyendo durante el aprendizaje y su naturaleza depen-

de, entre otros factores, de la metodología utilizada de manera general y particularmente para resolver problemas. Sería necesario, pues, que este trabajo explicitara la metodología utilizada. En nuestra opinión, para generalizar sobre causas de fracaso en la resolución de problemas, es necesario analizar cómo son presentados didácticamente los mismos en los distintos paradigmas de enseñanza de las ciencias y proceder a una comparación experimental de los resultados obtenidos con las distintas metodologías.

El trabajo está realizado con alumnos de quince años.

*Selvaratnam, M., 1974. Use of problems in chemistry courses. Educación in Chemistry, Noviembre 1974.*

**JOAQUIN MARTINEZ TORREGROSA**

**ARISTOTLE IS NOT DEAD:  
STUDENT UNDERSTANDING OF  
TRAJECTORY MOTION**

*WHITAKER, R.J., 1983, Am. J. Phys. 51, (4) pp 352-357*

¿Qué sucedería si una persona que viaja en un tren el cual se desplaza con una cierta velocidad, diese un salto verticalmente? Seguramente la cuestión anterior y otras similares, surgen de vez en cuando en la clase de física, y quizás también, en muchos casos son tratadas simplemente como preguntas curiosas o como cuestiones de «pega» en las que suele caer mucha gente, pero en las que no hay que insistir demasiado. No parece sin embargo que sea esta la opinión de Robert. J. Whitaker, el cual ha analizado las respuestas dadas por cien alumnos de High School a seis cuestiones sobre el movimiento, similares a la anterior, encontrando que dichas respuestas revelan todo un modo de concebir el movimiento, mucho más cercano al concepto aristotélico del mismo, que al de Galileo y Newton.

El cuestionario, que se describe detalladamente al final del artículo, consta de una primera pregunta en donde se trata de comparar la caída libre en la vertical, de dos masas diferentes. A continuación se proponen saltadadamente, otras tres, que son diferentes ejemplos de un mismo problema: un objeto que se deja caer en o desde, un sistema móvil que lleva una velocidad horizontal constante. Las dos cuestiones

restantes son también similares entre sí y tratan de comparar el movimiento de un objeto que se deja caer y el de otro que se lanza horizontalmente desde la misma altura que el primero.

Al analizar los resultados obtenidos, y las explicaciones dadas por los alumnos para justificar sus respuestas, se puede observar como muchos alumnos creen —al igual que se establece en la dinámica de Aristóteles— que es necesaria una fuerza para mantener el movimiento en la horizontal, y que tan pronto cesa esta, dicho movimiento desaparece rápidamente y el objeto cae

verticalmente. El autor, afirma que en este razonamiento, está implícito el fracaso de los alumnos en distinguir la independencia entre la componente horizontal y la vertical de la velocidad.

Para terminar, diremos que en el artículo se pone de manifiesto la incongruencia de pretender que los alumnos adquieran correctamente ciertos conceptos de física, sin haber establecido satisfactoriamente las conexiones adecuadas entre estos y los preconceptos familiares del alumno, destacándose también que este es un problema que requiere tiempo y que los estudiantes

tengan la oportunidad de examinar y darse cuenta de sus ideas antes de la introducción de un análisis más formal de los conceptos relacionados con las mismas.

Se trata en definitiva de un nuevo trabajo que hay que enmarcar dentro de los que se vienen refiriendo al importante papel jugado por las ideas previas de los alumnos en la enseñanza de la física y que dada su fácil lectura, puede constituir un buen punto de partida para aquellos que comiencen a interesarse por el tema.

JAIME CARRASCOSA ALIS

## PUBLICACIONES RECIBIDAS

### PUBLICACIONES DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, DEL ICE DE LA UNIVERSIDAD LITERARIA DE VALENCIA

#### Serie Investigaciones

Calatayud Aleixandre, M<sup>a</sup> Luisa; Furio Mas, Carlos; Llopis Castello, Rafael; Ortiz Peris, Elena; Soler Martínez, Vicente; 1979; *Química COU. Programas-Guía de trabajo para la clase activa*.

Calatayud Aleixandre, M<sup>a</sup> Luisa; Furio Mas, Carlos; Hernández Pérez, Juan; Gil Pérez, Daniel; Ortiz Peris, Elena; Sevilla Segura, Carmen; Soler Martínez, Vicente; 1980; *Trabajos prácticos de química como pequeñas investigaciones*.

Calatayud Aleixandre, M<sup>a</sup> Luisa; Gil Pérez, Daniel; Giner Albalate, Fernando; Ortiz Peris, Elena; Seco Torrecillas, Emma; Sevilla Segura, Carmen; Valencia, 1980, *Trabajos prácticos de física*.

Furio Mas, Carlos y Gil Pérez, Daniel, *El programa-guía. Una propuesta para la renovación de la didáctica de la física y química en el Bachillerato*.

García Yebra, Ricardo; Gil Soriano, Concepción; González Adán, Concepción; López Pastor, M<sup>a</sup> Dolores; Pla Torres, Marcial; 1980; *Geología en BUP*.

García Ferrer, J.J.; Gavidia Catalán, Valentín; González Martínez, Pedro E.; Guillem Tecla, Manuel;

Nebot Sanchis, Vicente; San Valero Aldea, Concepción; Medrano Gil, H.; 1981; *Ecología en BUP*.

García Ferrer, J.J.; Gavidia Catalán, Valentín; González Martínez, Pedro E.; Guillem Tecla, Manuel; Nebot Sanchis, Vicente; San Valero Aldea, Concepción; 1982; *Citología, Histología y Genética en BUP*.

Gil Pérez, Daniel; Grima Rojas, Josefina; Martínez Torregrosa, Joaquín; Sánchez Mambrilla, Agustín; Sevilla Segura, Carmen; 1979; *Física COU. Programas-guía de trabajo para la clase activa*.

Grupo Aleph. Coordinador: Pastor Ciurana, Jesús; 1981, *La 'nueva matemática' en la Enseñanza Media. Cuadernos de Matemáticas 2*.

Grupo Cero (Borrás, Eliseo; Carrillo, M<sup>a</sup> Elisa; D'Opazo, Joaquín; García, Carmen; Talens, Vicente; Hernán, Paco; Morata, Magda; Puig, Luis; Salar, Angel; Salvador, Adela), 1981, *Análisis y Estadística. Matemáticas 3º BUP*.

Iborra Serrano, Rafael; Casany Muñoz, José; Pérez Machado, Anselmo; 1981, *Problemas: Derivadas y propiedades de las funciones derivables. Proyecto de trabajo para el Curso de Orientación Universitaria*.

Casany, J. y otros, 1982, *Derivadas y propiedades de las funciones derivables. Problemas*.

Serie Monografías.

Gil Pérez, Daniel, 1981, *Evolución*

*de la idea de la materia. Un hilo conductor para el estudio de la física*.

Pérez Hervas, J.M., 1976, *El Departamento de Ciencias en un centro de EGB*.

Furio, C. y otros, 1983, *Introducción a una Química Orgánica razonada*.

Cuadernos de didáctica.

Gavidia Catalán, Valentín y Guillem Tecla, Manuel, 1981, *Desarrollo de una programación corta: Estructura y composición de la tierra*.

Col·lecció: Eines de treball. Estudis i recerques.

García Ferrer, J.J.; García Marco, M<sup>a</sup> Pascuala; González Martínez, Pedro Emilio; 1982, *Geología. Guía Didáctica para 1º de BUP*.

Julia, V. y Morera, J.L., 1983, *Matemáticas. Problemas programados. 1º de BUP (2 vol.) y 2º de BUP (2 vol.)*.

Grupo Cero, 1983, *Estrategias, Conjeturas y Demostraciones. Un estudio de los procesos de razonamiento matemático de los estudiantes de Bachillerato*.

Grupo Cero, 1983, *Actividades de Isometrías con mosaicos*.

García Ferrer, J., 1983, *Biología. Guía didáctica para 1º de BUP*.

Seminario Permanente de Didáctica de las Matemáticas de la Escuela

## BIBLIOGRAFIA Y NOTICIAS

Universitaria de Magisterio de Valencia, 1983, *Cursos a distancia para el perfeccionamiento del profesorado:*

- *El cálculo matemático*
- *Resolución de problemas elementales*
- *Movimiento en el plano*
- *Geometría elemental*
- *Clasificación de figuras y sólidos*

Otros.

Navarro Brotóns, Víctor, Ed. a cargo de, (Valencia, 18-19 abril 1980, *Actas del Simposio: La Historia de la Ciencia y la Enseñanza.*

**GEOLOGIA. Cuaderno de Ciencias Naturales 1.**

**GEOLOGIA. Cuaderno de Ciencias naturales 2.**

Grup d'Estudi i Didàctica de la Natura CÀDEC, Alacant. (Gráficas Estilo, Alacant, 1983).

Un grupo de profesores de Ciencias Naturales, proponen en estos manuales, un método para la enseñanza activa e individualizada de la Geología y Biología de BUP y F.P., combinando teoría con trabajos prácticos y planteamiento de cuestiones que los alumnos deben resolver.

**LA ESPAÑA POSIBLE DE LA SEGUNDA REPÚBLICA. LA OFERTA A EINSTEIN DE UNA CATEDRA EXTRAORDINARIA**

Sanchez Ron, J.M. y Glick, T.F., 1983, (Editorial de la Universidad Complutense, Madrid).

La intención de los autores «no es sólo el clarificar un episodio en la biografía de los científicos más importantes en la historia de la ciencia, sino también el profundizar en la relación, compleja y polifacética, de la sociedad española con la ciencia en las primeras décadas del siglo XX».

## SELECCIONES BIBLIOGRAFICAS TEMATICAS

### UNA SELECCION BIBLIOGRAFICA DE APLICACIONES DE LA MATEMATICA DETERMINISTA.

Parte I: Algebra y geometría elemental.

#### INTRODUCCION

Es frecuente encontrar en los textos de matemática estocástica una amplia panorámica de sus aplicaciones en diversos campos. No ocurre lo mismo con la matemática determinista, si se exceptúan ciertos aspectos de la mecánica clásica. De ahí el interés de una selección bibliográfica comentada de sus aplicaciones más relevantes. Se trata, en suma, de contribuir al empleo de métodos más activos en la enseñanza de las matemáticas generales, como son los basados en el comentario de textos y en la realización de proyectos. Muchas de las lecturas seleccionadas requieren conocimiento del inglés técnico con el que deberán familiarizarse los futuros profesionales.

A pesar del carácter no exhaustivo de esta selección, razones de espacio han aconsejado efectuar una clasificación de las aplicaciones en dos partes, según las técnicas empleadas sean las propias del álgebra (y geometría elemental) o del análisis. Una tercera parte contendrá una selección de lecturas adicionales. El lector interesado podrá encontrar una selección más amplia en el libro «Aspectos y aplicaciones de la ma-

temática actual», de próxima publicación.

#### 1. LAS ESTRUCTURAS FUNDAMENTALES DEL ALGEBRA.

1. Un problema que surge en el diseño de cámaras fotográficas de alta velocidad se resuelve en Noble (1967, pp. 79-86), recurriendo a la doble consideración de los números complejos como cuerpo y como espacio vectorial. Se utilizan también elementos de álgebra, geometría y teoría de números.
2. Los tres capítulos de la matemática que se han revelado más fructíferos en la física moderna son, sin duda, la teoría de campos, el cálculo matricial y la teoría de grupos. De las aplicaciones de esta última se trata, sin demasiada profundidad, en un artículo de F. Dyson que se encuentra en el libro de Kline (1974, pp. 277-284) bajo el título de «Matemáticas en las ciencias físicas». El mencionado libro incluye otros artículos motivadores, con aplicaciones a la biología y ciencias sociales, cuyo estilo, poco matemático, los marginan de esta selección.
3. En algunas sociedades primitivas existen reglas sociales que dificultan el matrimonio entre parientes muy próximos. A Weil y R. R. Bush han formulado, de forma axiomática, tales reglas.

construyendo con ello un modelo antropológico formal en el que juega un importante papel cierto grupo finito. Véase Kemeny, Snell y Thompson (1971, pp. 460-470), libro que es de referencia obligada para aquellos que busquen aplicaciones elementales de la teoría de la probabilidad y de la teoría de juegos.

4. Algunos ejemplos de los métodos usados por los diseñadores de timbres, basados en la descomposición de un grupo simétrico en sus clases laterales, se hallan en Fletcher (1956).

#### 2. MATRICES Y SISTEMAS LINEALES

1. El cálculo de las tensiones y fuerzas en ciertas estructuras mecánicas se ve muy facilitado recurriendo al cálculo matricial. Un ejemplo simple se resuelve en Noble (1967, pp. 206-210).
2. Como es bien sabido, las leyes de Kirchhoff (que establecen la anulación de la suma de las intensidades en los nodos y de la suma de las diferencias de potencial a lo largo de cada bucle en un circuito eléctrico) permiten resolver, al menos en teoría, los problemas relativos a circuitos que contienen resistencias y generadores de corriente. En los problemas simples basta resolver el sistema lineal formado por las ecuaciones de los distintos bucles. Ello es inviable en los casos complicados (en particular si se considera la corriente alterna).