

## PUBLICACIONES RECIBIDAS

### 111 CUESTIONES DE FÍSICA

*Enrique Arribas, Prof. Titular E.U.  
Juan Bisquert, Prof. Titular E.U.  
Salvador Mafé, Catedrático E.U.  
Dpto. de Física Aplicada  
E.U. Politécnica de Albacete  
Univ. de Castilla-La Mancha.*

Este libro está dirigido a aquellos estudiantes que poseyendo una serie de conocimientos básicos de Física sean capaces de desarrollar un método operativo en la resolución de cuestiones mediante la aplicación de leyes y conceptos generales.

Editorial Tebas Flores  
Gaztambide 61  
28015 Madrid  
Tel. (91) 244 47 51.

### JUEGOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

**Texto-Guía para el profesor**  
**Nivel: Ciclo superior EGB**

*Novo Villaverde, María; Santisteban  
Cimarron, Aurelio; Sobejano Sobejano,  
M<sup>a</sup> José.  
Materiales CENEAN.*

### LA IMAGINACIÓN RAZONADA

**(La actividad del investigador científico)**

*Fidel A. Alsina  
(Consejo Nacional de Investigaciones  
Científicas y Técnicas. Argentina).*

Colección dirigida por Eduardo Averbuj  
Mondatori España, S.A. 1989.

### MATEMÁTICAS

**(Aprendizaje activo)**

### 1er. CURSO DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE 1er. GRADO

**(1º Y 2º DE FPI UNIFICADOS)**

*Andrés Torres Treviño, Julio Ramírez  
Garrido. Profesores de Matemáticas.*

Texto elaborado según la nueva programación y criterios metodológicos que propone el Ministerio de Educación y Ciencia en la O.M. de 19 de Mayo de 1988, y que unifica las horas lectivas de 1º y 2º cursos de la asignatura de Matemáticas en un sólo curso (Primero).

Mare Nostrum Ediciones.

## SELECCIONES BIBLIOGRÁFICAS TEMÁTICAS

### LAS REPRESENTACIONES SIMBÓLICAS DEL CONOCIMIENTO Y SU APLICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

*F. Javier Perales Palacios  
Departamento de Didácticas de las Ciencias Experimentales  
Escuela Universitaria de Magisterio  
Granada*

#### 1. Tipos de representaciones simbólicas y sus implicaciones en el campo educativo

Comencemos en primer lugar por tratar de definir lo que entendemos por representación simbólica en el marco epistemo-educativo en el que se mueve este

trabajo. Bajo esta denominación englobamos "toda expresión gráfica que incluya símbolos verbales, geométricos, indicadores direccionales, etc. cuyo objetivo sea el de presentar de una forma sintética y relacional estructuras, jerarquías, secuencias de un contenido científico, didáctico, o del propio conocimiento humano".

Mediante esta definición de compromiso intentamos dar cabida a todas aquellas representaciones conocidas con diversos sobrenombres tales como: organigramas ("gráfico del conjunto de una empresa u organización que orienta sobre su estructura y la relación existente entre sus diferentes componentes"), esquemas ("representación gráfica o simbólica de los rasgos característicos de una cosa"), diagramas ("dibujo geométrico que sirve para probar una proposición o para

indicar la variación de un fenómeno"), etc., además de las ya utilizadas con mayor precisión como son los mapas conceptuales y los diagramas de flujo. Será en estos dos últimos casos sobre los que centraremos nuestra atención por tratarse de representaciones que se derivan directamente de unos presupuestos teóricos.

Según Stewart (1984) las técnicas para la representación del conocimiento pueden agruparse en dos categorías:

(1) Aquéllas que pueden ser usadas para representar el conocimiento conceptual: mapas conceptuales y redes estructurales activas.

(2) Aquéllas que pueden ser usadas para representar conocimiento de procedimiento: cartas o diagramas de flujo.

Para el mismo autor, estas técnicas pueden asistir al planificador del currículo en tres aspectos que constituirán, de hecho, tres aplicaciones básicas de tales técnicas:

- (a) Examen del conocimiento de la disciplina.
- (b) Selección del contenido curricular.
- (c) Secuenciación del contenido curricular.

Detengámonos ahora brevemente sobre los presupuestos teóricos mencionados con anterioridad. Dentro de los esquemas del procesamiento de la información, Norman y Rumelhart (1975) estiman que la información sería almacenada en la memoria a largo plazo de una forma proposicional (proposición: "oración, expresión de un juicio; afirmaciones sobre la realidad que tienen un valor de verdad", para lo cual se ha realizado un importante esfuerzo a fin de encontrar modelos teóricos que permitan explicar tal almacenamiento. Así han surgido diversos métodos mediante los cuales puede representarse el conocimiento proposicional; destaquemos dos de ellos: los mapas conceptuales y las redes semánticas (algunos autores, de cualquier modo, han apuntado otros sistemas de representación: Anderson y Bower 1973; Kintsch 1974 y Frederickson 1975). Por otra parte, distintos psicólogos del procesamiento de la información han puesto su acento en la representación del conocimiento de procedimientos (p. ej., Winograd 1973, Schank y Colby 1973; estos autores y los anteriores están citados en Stewart 1980), lo que poseería una especial repercusión en los estudios sobre resolución de problemas. La distinción expositivo/procedimiento es esencialmente la distinción "saber qué"/"saber cómo" de Ryle (1949). Recientemente Greeno (1978) ha reclamado la combinación de métodos expositivos y procedimentales (Stewart 1980).

### Mapas conceptuales

Para Moreira (1983), en un sentido amplio los mapas conceptuales serían simplemente diagramas (¿no debería utilizar el término organigrama a tenor de las definiciones dadas con anterioridad?) que indican relaciones entre conceptos. Más específicamente, sin embargo, pueden ser vistos como organigramas jerárquicos que procuran reflejar la organización conceptual de una disciplina o parte de una disciplina. Es decir, su existencia se deriva de la estructura conceptual de ésta. Otras características indicadas por el autor anterior hacen referencia a la multidimensionalidad de aquéllos y al carácter subjetivo de tales representaciones, cuando menciona que un mapa conceptual debe ser visto como tal

y no como "el mapa conceptual" de un determinado conjunto de conceptos. No cabe perder de vista que este autor se ciñe al mapa conceptual como herramienta para la representación del contenido y no, como ocurre en múltiples trabajos actuales, como representación del conocimiento del alumno, donde el elemento subjetivo tendría una especial trascendencia.

El "mapeamiento de conceptos" ha sido gradualmente útil como una herramienta de investigación y una técnica instructiva para facilitar el aprendizaje significativo. La teoría del aprendizaje de Ausubel enfatiza la influencia del conocimiento previo de los estudiantes sobre el aprendizaje significativo subsiguiente. Este aprendizaje tiene lugar cuando una persona consciente y explícitamente enlaza el conocimiento nuevo con los conceptos o proposiciones relevantes que ya posee. Por el contrario, el aprendizaje repetitivo ocurre cuando el conocimiento nuevo es incorporado arbitrariamente en la estructura cognitiva. Desde la base de la teoría de aprendizaje ausubeliana, un factor clave para el éxito potencial del aprendizaje significativo es el marco de conceptos o proposiciones relevantes que el individuo posee (Moreira, *op. cit.*), Novak et al. 1983).

### Redes semánticas

En este momento no puede decidirse que exista ninguna teoría comprensible y ampliamente aceptada donde se integren las redes semánticas. Se han producido, no obstante, diferentes intentos por describir ciertas partes de la estructura cognitiva que poseen, como denominador común, el estar -en un sentido formal- construidas como una red. Esta red constaría de nudos que representan un cierto significado en la estructura semántica, así como de líneas de conexión entre los nodos que representan las relaciones entre esas unidades de significado (Rost 1984).

Aunque no está clarificada la distinción -si existe- entre el procedimiento de representación, mapa conceptual, y el de red semántica, podemos suponer que la segunda explícita en mayor medida las relaciones entre los conceptos mediante la adscripción de aquéllos en dos jerarquías básicas: la de abstracción (relación de subconcepto) y la de complejidad (relación de atributo) admitiendo, por consiguiente, la introducción de proposiciones en su organigrama representativo. En cambio, los mapas conceptuales sólo suelen recoger la primera jerarquía y no vienen a hacer uso de proposiciones.

Las redes estructurales activas (Norman y Rumelhart, *op. cit.*) constituyen un refinamiento de las redes estructurales (Lindsay y Norman 1977), estando for-

madas por sistemas que incorporan un número finito de relaciones entre líneas con denominaciones y dirigidas que conectan nudos correspondientes a los conceptos nombrados (Stewart 1981). Aún cabe añadir que las redes semánticas permiten la representación de acciones y sucesos (véase, p. ej. fig. 3 (a) del trabajo anterior).

## 2. Las representaciones simbólicas en el diseño curricular

En este apartado hemos reunido dos de las aplicaciones (b y c) mencionadas por Stewart (1984), en concreto las que tienen influencia en el diseño del currículo de las disciplinas, es decir, la selección del contenido y su secuenciación.

El material de aprendizaje admite, básicamente, dos tipos de secuenciaciones: lógica y psicológica. La primera se conoce modernamente con el nombre de algoritmo, dentro del cual se pueden citar sendos algoritmos particulares, el de enseñanza y el de aprendizaje, destinados al profesor y al alumno, respectivamente. En la secuenciación psicológica, el profesor intenta desmembrar el tópico en elementos y ordenarlos secuencialmente para que se adapten, en todas las fases del proceso de aprendizaje, a los presupuestos del alumno. A este respecto, algunos tratadistas americanos (p. ej., Bruner 1966) han identificado tales elementos con los conceptos básicos (estructura conceptual), idea ésta muy próxima a los presupuestos ausubelianos (Eigenmann 1981). En este contexto lo que ha hecho el movimiento de innovación curricular ha sido atraer la atención hacia la naturaleza de las disciplinas y, a causa de ello, ha hecho posible una enseñanza más clarificadora (Walton 1980).

Los objetivos planteados en el diseño curricular así concebido entran dentro de los presupuestos de un método conocido como "análisis de contenidos". Por tal denominación, Stewart y Van Kirk (1981) comprenden dos procesos:

- (1) La extracción de conocimiento en el segmento de contenido que se analiza; esto desemboca en
  - (2) la representación de ese conocimiento que
    - (a) captura la complejidad de las interrelaciones entre los elementos del contenido, y
    - (b) representa los aspectos semánticos del mismo.

Los anteriores autores han explicitado el proceso a seguir para el análisis de contenidos desde una perspectiva semántica (apartado último, b). Este consistiría en confeccionar un listado de proposicio-

nes representativas del contenido a analizar, tras lo cual habría que evaluar su "fundamentalidad" en la estructura de la materia y, en último lugar, se trataría de ir construyendo gráficamente la red semántica que tradujese las relaciones implícitas en las proposiciones mencionadas.

En otro estudio (Perales 1987) hemos utilizado el análisis de contenido para, mediante un procedimiento que denominamos "jerárquico-consensual", aplicarlo a la extracción simultánea del mapa conceptual y de la secuencia de instrucción para el caso del estudio del tópico Óptica Geométrica.

### 3. Las representaciones simbólicas como recurso didáctico

Las escasas referencias bibliográficas que pueden encontrarse con relación al enunciado de este apartado se centran en la enseñanza de las propias representaciones simbólicas, con miras a lograr una mejor comprensión de la disciplina estudiada. Así Novak et al. (op. cit.) se refieren al hecho de que estudiantes de Ciencias de séptimo y octavo grado fueron capaces de usar mapas conceptuales junto con los programas de Ciencia al uso; además, según los autores, dichos mapas contribuyeron de una forma positiva al progreso en el conocimiento sobre la Ciencia y al de las habilidades para la resolución de problemas.

También en una línea de inspiración ausubeliana se mueven los trabajos de Moreira (1985) y de Rodríguez (1985). El primero informa de la influencia significativa de la instrucción sobre la confección de mapas conceptuales en alumnos de ingeniería, así como de sus efectos motivacionales. Por último, Rodríguez (op. cit.) establece una propuesta teórica sobre la posibilidad de idear diagramas de flujo como secuencias lógicas de aprendizaje.

### 4. Las representaciones simbólicas en la evaluación del conocimiento

La tercera de las aplicaciones de las representaciones simbólicas que incluimos en este apartado es quizás, desde el punto de vista del proceso enseñanza-aprendizaje, la de mayor trascendencia, al menos como se viene concibiendo hoy día tal proceso. La evaluación a la que nos referimos puede agruparse en dos categorías:

- (1) Evaluación de la estructura cognitiva previa de los alumnos, con las implicaciones educativas consiguientes.
- (2) Evaluación del aprendizaje alcanzado tras un periodo de instrucción.

Por otro lado y, tal como ya hemos tenido ocasión de mencionar, si nos detenemos en el objeto evaluado, cabe una segunda clasificación:

- (a) Evaluación de conocimiento conceptual.
- (b) Evaluación del procedimental.

Citaremos a continuación algunas contribuciones realizadas al respecto.

Rost (1984) describe de una forma gráfica (fig. 10) bastante clarificadora la distinción entre la estructura cognitiva de la meta, entendida ésta como el resultado del aprendizaje, y la estructura del contenido de una materia. Para dicho autor, una vez establecida la estructura cognitiva de la meta, la pregunta siguiente sería: "¿cuáles son las estructuras pre-instructivas de los educandos?". En este punto entraría en juego la aplicación de las representaciones simbólicas (redes semánticas, en este caso concreto), proponiendo el autor una serie sucesiva de pasos a dar: (i) explorar los significados dados por los estudiantes a los conceptos evaluados; (ii) analizar el significado de los conceptos con más detalle; y (iii) evaluar las proposiciones intraconceptuales representadas en su red semántica.

Moreira (1985) apunta que el mapeamiento conceptual es una técnica de evaluación no tradicional, esencialmente cualitativa y no destinada, en principio, a producir una puntuación cuantitativa. Pese a lo cual, dicho autor propone una serie de reglas para la revisión y calificación de dichos mapas.

Por último, queremos mencionar la aportación de Niedo et al. (1985) quienes estudiaron la validez y fiabilidad de un mapa conceptual elaborado de una forma independiente por varios educadores, así como este último parámetro para las calificaciones obtenidas por un grupo de alumnos en la prueba de acceso a la Universidad, en relación con el mapa conceptual previo.

En cuanto a los procedimientos de evaluación utilizados para los mapas conceptuales, hemos encontrado propuestas explícitas por parte de Niedo et al. (op. cit.), Moreira (1985) y Novak (op. cit.). Éstas coinciden en lo esencial de la evaluación, es decir, la contrastación de los mapas conceptuales elaborados por los alumnos con los considerados "ideales" por un grupo de expertos; los métodos de puntuación, en cambio, son subjetivos y, como los mismos autores reconocen, sólo poseen carácter orientativo, siendo en cualquier caso convenientes cuando se precisa realizar determinaciones cuantitativas en relación con otras variables. Por último, nosotros mismos hemos hecho uso de los mapas conceptuales elaborados por una muestra de alumnos para

detectar omisiones y errores conceptuales en diversas unidades temáticas de Física, así como también hemos cuantificado y contrastado tales deficiencias en un estudio correlacional con respecto a variables educativas relevantes (Perales 1988, 1989).

### 5. Conclusiones e implicaciones educativas

De lo expuesto hasta aquí, parecen desprenderse unas prometedoras expectativas que dependerán de su habituación por parte de los mediadores del proceso de enseñanza-aprendizaje y de los propios destinatarios del mismo. Por otro lado la escasez de datos referentes a su relación con variables educativas relevantes (sólo hemos hallado el trabajo de Novak et al., op. cit.), parece invitar a la realización de esfuerzos en esta línea que, sin lugar a dudas, contribuirán a clarificar las actuaciones cognitivas del individuo puestas en juego, sobre todo a la hora de la elaboración autónoma de este tipo de técnicas.

### Bibliografía

- Bruner, J.S., 1966. *Studies in cognitive growth*. (John Wiley and Sons: New York).
- Eigenmann, J., 1981. *El desarrollo secuencial del currículo*. (Anaya: Madrid).
- Greeno, J.G., 1978. Understanding and procedural knowledge in mathematics instruction, *Educational Psychologist*, Vol. 3(2) pp. 62-283.
- Lindsay, P.H. y Norman, D.A., 1977. *Human information processing: an introduction to Psychology*. (Academic Press: New York, 2a. ed.).
- Moreira, M.A., 1983. Mapas conceptuales en el enseñanza de la Física. Conferencia dictada en la *Tercera Reunión Nacional de Educación en la Física*, Córdoba (Argentina).
- Moreira, M.A., 1985. Concept mapping: an alternative strategy for evaluation, *Assessment and Evaluation in Higher Education*, Vol. 10 (2), pp. 159-168.
- Niedo, J. et al., 1985. El uso de los mapas conceptuales en la corrección de preguntas abiertas en Biología, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3(2), pp. 91-95.
- Norman, D.A. y Rumelhart, D.E., 1975. *Explorations in cognition*. (W. H. Freeman: San Francisco).
- Novak, J.D., Gowin, B. y Johansen, G.T., 1983. The use of concept mapping

- and knowledge vee mapping with junior high school science students, *Science Education*, Vol. 67, pp. 625-645.
- Perales, F.J., 1987. Análisis de contenidos en óptica geométrica, *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 5(3), pp. 211-219.
- Perales, F.J., 1988. *Didáctica de la Óptica Geométrica: Memoria Final*. (Documento personal).
- Perales, F.J., 1989. Presentación de líneas de trabajo: Las representaciones simbólicas en la evaluación del conocimiento (Ciencias Físicas), *Enseñanza de las Ciencias*, (aceptado para su publicación).
- Rodríguez, J., 1985. La estructuración didáctica del mensaje en la enseñanza de las ciencias experimentales. I Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas (Barcelona). Resumen en *Enseñanza de las Ciencias*, volumen monográfico, p. 13 (1985).
- Rost, J., 1984. *Network theories of semantic memory and their implications for teaching physics*, en: International Summer Workshop: Research on Physics Education, La Lode les Maures, 1983 (CNRS: París), pp. 185-211.
- Ryle, G., 1949. *The concept of mind*. (Hutchinson: London).
- Stewart, J. y van Kirk, J., 1981. Content analysis in science education, *European Journal of Science Education*, Vol. 3(2), pp. 171-182.
- Stewart, J., 1980. Techniques of assessing and representing information in cognitive structure, *Science Education*, Vol. 64, pp. 223-235.
- Stewart, J., 1984. *The representation of knowledge: curricular and instructional implications of science teaching*. en: *Spatial Learning strategies*, cap 11. (Academic Press: New York).
- Walton, J., (ed.), 1980. *Diseño y organización del programa*. (Anaya: Madrid), pp. 17-30.

## TESIS DIDÁCTICAS

### PROPUESTA DE INNOVACIÓN CURRICULAR SOBRE ANÁLISIS NUMÉRICO EN EL BACHILLERATO

(Tesis de Licenciatura)

Autora: *María Francisca Molina Alba*.

Directores: *Dr. D. Luis Rico Romero* y *Dr. D. Victoriano Ramírez González*.

Tribunal: *Dr. D. Ramón Gutiérrez Jaime*; *Dr. Juan Díaz Godino*; *Dr. D. Victoriano Ramírez González*

Lugar: *Escuela Universitaria del Profesorado de EGB de Granada*

El sistema educativo está siendo actualmente objeto de importantes renovaciones que afectan a todos los niveles y que abordan numerosos problemas, siendo los de tipo curricular unos de los más interesantes.

Este trabajo, partiendo de la hipótesis de que las cuestiones específicas de Matemáticas conocidas como Análisis Numérico no son tratadas actualmente en el Bachillerato con la dedicación que les corresponde, se orienta en la realización de una propuesta de innovación del desarrollo curricular actual introduciendo algunos tópicos de dicha rama. Asimismo, se describen situaciones didácticas que permitan motivar al alumno hacia estos métodos y favorezcan la adquisición de conceptos y destrezas específicas de este campo.

Puesto que en el desarrollo curricular intervienen no sólo contenidos y medios (situaciones didácticas), sino también los restantes elementos del sistema didáctico (Profesor y alumno), el trabajo trata de estudiar los conocimientos y creencias del Profesor, así como las intuiciones previas del alumno sobre la incorporación de la propuesta.

Este estudio se estructura en las siguientes fases:

- 1) Delimitar la bibliografía disponible para abordar este estudio, clasificarla y organizar la información resultante.
- 2) Seleccionar los contenidos numéricos que fuesen adecuados para incluir en el currículo actual de las Matemáticas en Bachillerato, con los que responder a las necesidades del alumno durante su aprendizaje, y que a la vez le preparasen para abordar estudios posteriores.
- 3) Realizar una aproximación sobre la información de que dispone el Profesorado para llevar adelante la innovación que proponemos y el talante general con el que puede abordarla.

Se fueron estableciendo unos criterios que contribuyeron a la elaboración de un programa con el que se pretenden cubrir unos objetivos. A la vez, proponemos un nuevo tratamiento para estos temas adaptado a los alumnos de Bachillerato.

Necesitábamos conocer del Profesorado actual de Bachillerato no sólo la formación institucional que habían recibido, sino también y de forma general, la opinión que le merecen los temas del Análi-

sis Numérico dentro de la matemática y de los planes de estudio actuales, así como el tipo de utilidad que conceden a estos temas.

4) Conocer el razonamiento que emplean los alumnos cuando se enfrentan con situaciones sencillas en las que deben emplear métodos constructivos, algorítmicos y con soluciones aproximadas.

Consiste en un estudio de casos sobre tres alumnos de 1º de BUP, en el que pretendimos recoger, de forma general las aptitudes de los alumnos ante la innovación que proponemos, sus limitaciones y posibilidades.

5) Elaboración de unas conclusiones:

- Escasez de bibliografía que haga referencia al desarrollo didáctico de temas de Análisis Numérico; tampoco hay variedad de libros de consulta en estos temas para el Profesorado de Bachillerato.

- Los temas que hemos seleccionado admiten un tratamiento similar al que sobre otros temas se dan en Bachillerato, siendo esta adaptación bastante asequible.

- Se detecta una dificultad en la formación inicial del Profesorado sobre Análisis Numérico; tampoco las actividades de reciclaje han tenido un tratamiento adecuado de estos temas.

- La predisposición que muestran los alumnos es favorable en un principio. Así, los procesos que han desarrollado en las actividades propuestas se orientan de forma espontánea hacia métodos propios del Análisis Numérico.