EL EMPLEO DE LOS ESQUEMAS LOGICOS EN LA DIDACTICA DE LAS CIENCIAS.

Por M. D. HERNANDEZ HERNANDEZ
y J. SANCHEZ BALLESTEROS

Toda enseñanza implica un proceso de aprendizaje y todo aprendizaje un cambio de conducta. La enseñanza tradicional centraba su objetivo en la transmisión del conocimiento y el aprendizaje, en la mera recepción y retención del conocimiento impartido. La enseñanza moderna o renovada promueve el aprendizaje entendido como desarrollo de conocimientos y técnicas y actitudes que permitan al alumno ajustar su conducta a la vida comunitaria en que vive y a la época de cambio en que deberá actuar. En este sentido, cabe señalar la importancia que tiene la lógica como base de todo proceso deductivo. Importancia que se hace mayor en aquellas materias que precisan una total comprensión por parte del alumno de tal forma que sea capaz de resolver problemas concretos a partir de conceptos generales perfectamente asimilados, puesto que la experiencia en este campo nos enseña que el alumno es capaz de memorizar el aspecto teórico de una materia, pero es incapaz de aplicar estos conocimientos a la resolución de ejercicios concretos.

El objetivo que pretendemos con el presente artículo consiste en establecer un proceso ordenado que pueda serle útil al alumno cuando se enfrente con cualquier tipo de problemas sin necesidad de memorizar problemas "tipo", como viene siendo la técnica más frecuente; es habitual el caso de alumnos que sabiendo resolver problemas análogos a los expuestos por el profesor en clase, son incapaces de resolver otros que se basan en los mismos conceptos, si no los asocia con uno de los problemas tipo resueltos. Estamos convencidos de que gran parte del rechazo que pueda existir hacia las materias de las ramas de Ciencias (Matemáticas, Física y Química) se debe a que el alumno se siente impotente ante la dificultad que entraña la parte práctica de la asignatura.

No son nuevos los intentos de entender el proceso lógico (1, 2) seguido por el alumno ante un problema a fin de buscar un sistema que permita el desarrollo de la capacidad resolutiva sin acudir a una "saturación" de problemas tipo, es decir: fomentar en el estudiante la capacidad para resolver problemas mediante un proceso mental ordenado, pero flexible, recurriendo mínimamente a la memoria. Proponemos cinco etapas en la resolución de un problema:

. Interpretar correctamente el enunciado del problema, redactándolo de forma más inteligible por el propio alumno si fuese necesario.
. Relacionar el problema con los conocimientos adquiridos.
. Planteamiento del problema. Camino lógico a seguir para su solución.
. Ejecutar el plan trazado utilizando los datos indicados en el enunciado del problema.
. Interpretación y evaluación de los resultados.

Lamentablemente la experiencia nos indica que el alumno normalmente ignora la primera, segunda y quinta etapas, e intenta llegar directa y rápidamente a una solución (no importa cuál) utilizando los datos del enunciado en el mínimo número de pasos posibles. La mayoría de los intentos de facilitar la adquisición de una habilidad resolutiva sigue este modelo, procurando insistir en las tres primeras etapas. Dejando a un lado algunas soluciones, ciertamente elegantes, de reciente aparición (3, 4) pero que se salen de los límites propuestos en este artículo, pretendemos presentar un sistema desarrollado con éxito por escuelas didácticas en Inglaterra y Canadá. Puede aplicarse a cualquier nivel de la educación secundaria sin problemas y usarse indistintamente en cualquiera de las asignaturas de Física, Química y Matemáticas (Geometría, fundamentalmente). No se trata de romper con el sistema tradicional de exponer al alumno a problemas tipo, sino que se complementa esta exposición con el empleo de esquemas (networks) lógicos que permiten seguir las etapas de la resolución del problema en un único y sencillo diagrama, lo que favorece la resolución razonada del ejercicio, inculcando el convencimiento de la existencia de varios caminos para llegar a la solución final (tercera etapa), facilitando la descomposición del problema en apartados (primera y segunda etapas) y permitiendo identificar los puntos claves del ejercicio, que aparecen en el esquema como encrucijadas. Para ello se utiliza una simbología orientativa de los distintos objetivos que contempla el problema. El triángulo representa información contenida en el enunciado del ejercicio. El cuadrado contiene información obtenida de los conocimientos adquiridos anteriormente (fórmulas, definiciones, conceptos, etc.). Los círculos contienen resultados parciales, mientras que el exágono contiene el resultado final.

A continuación ilustraremos el método con dos ejemplos detallados, uno de Matemáticas y otro de Física.

EJEMPLO 1:

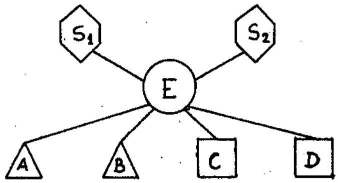
1.1. Enunciado:

Calcular las bisectrices de los ángulos que forman las rectas

$r_1 : 3x - 4y + 2 = 0$

$r_2 : 5x + 12y - 2 = 0$

1.2. Esquema:



1.3. Planteamiento:

A) $r_1 : 3x - 4y + 2 = 0$

B) $r_2 : 5x + 12y - 2 = 0$

C) Definición de bisectriz como lugar geométrico de los puntos que equidistan de r_1 y r_2.

D) Distancia de un punto $P(x_o,y_o)$ a una recta $r: Ax + By + C = 0$

$$d(P,r) = \left| \frac{Ax_o + By_o + C}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right|$$

E) $$\left| \frac{3x - 4y + 2}{\sqrt{3^2 + (-4)^2}} \right| = \left| \frac{5x + 12y - 2}{\sqrt{5^2 + 12^2}} \right|$$

S_1) $$\frac{3x - 4y + 2}{5} = \frac{5x + 12y - 2}{13} \Longrightarrow 7x - 56y + 18 = 0$$

S_2) $$\frac{3x - 4y + 2}{5} = -\frac{5x + 12y - 2}{13} \Longrightarrow 8x + y + 2 = 0$$

1.4. Comentario:

El problema pide las bisectrices de los ángulos que forman dos rectas.

La base de la resolución es la definición de la bisectriz como "lugar geométrico de los puntos que equidistan de una y otra recta". Si M es un punto cualquiera de una bisectriz, de coordenadas (x,y), debe verificar:

dist (M,r) = dist (M,r´) .... (C)

Por tanto, otro concepto básico es la distancia de un punto a una recta (D). Aplicándolo a la definición anterior:

$$\left| \frac{3x - 4y + 2}{\sqrt{3^2 + (-4)^2}} \right| = \left| \frac{5x + 12y - 2}{\sqrt{5^2 + 12^2}} \right|$$

Y como toda la igualdad entre valores absolutos lleva consigo dos posibilidades, tenemos dos soluciones (S_1 y S_2) para el problema, correspondientes a las <u>dos</u> bisectrices de los <u>dos</u> ángulos que esas rectas forman.

Como comprobación posterior puede verse que deben ser perpendiculares.

EJEMPLO 2:

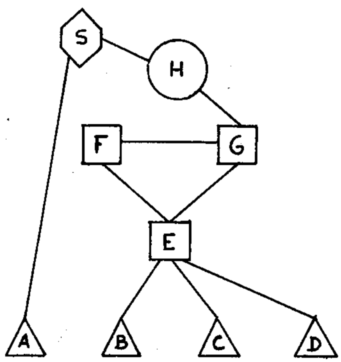
2.1. <u>Enunciado</u>:

Las posiciones que ocupa un móvil en su movimiento vienen dadas por las siguientes ecuaciones, en las que x, y, z, quedan expresadas en metros y t en segundos:

$$x = t^2 + 2t - 5; \quad y = t + 1; \quad z = t^3 + 2t$$

Hallar en el instante t = 2 seg., el valor de la aceleración del movimiento.

2.2. <u>Esquema</u>:



2.3. Planteamiento:

A) $t = 2$ seg.

B) $x = t^2 + 2t - 5$

C) $y = t + 1$

D) $z = t^3 + 2t$

E) $\vec{S} = x\,\vec{i} + y\,\vec{j} + z\,\vec{k}$

F) $$\vec{V} = \frac{d\vec{S}}{dt} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k} = V_x\vec{i} + V_y\vec{j} + V_z\vec{k}$$

G) $$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{dV_x}{dt}\vec{i} + \frac{dV_y}{dt}\vec{j} + \frac{dV_z}{dt}\vec{k} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

H) $$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

S) Solución: $|\vec{a}| = 12.2$ m/seg^2

2.4. Comentario:

En el problema nos piden el valor de la aceleración en el instante $t = 2$ seg (A) de un móvil cuya posición la dan en función de las tres coordenadas cartesianas del espacio x, y, z (B, C y D). El examen del enunciado permite identificar la solución requerida (una aceleración) y la expresión a utilizar (H) se puede obtener a partir de la fórmula que define la aceleración de un movimiento (G). El estudio de esta fórmula hace ver que un dato (velocidad) no está en el enunciado, por lo que será preciso su cálculo mediante otra expresión (F), utilizando para ello la ecuación del vector de posición S (E). Sustituyendo en (H) el valor de t (A), el resultado es inmediàto.

(E): $\vec{S} = (t^2 + 2t - 5)\,\vec{i} + (t + 1)\,\vec{j} + (t^3 + 2t)\,\vec{k}$

(F): $$\vec{V} = \frac{d\vec{S}}{dt} = (2t + 2)\,\vec{i} + (1)\,\vec{j} + (3t^2 + 2)\,\vec{k}$$

(G): $$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt} = (2)\,\vec{i} + (0)\,\vec{j} + (6t)\,\vec{k} = 2\,\vec{i} + 6t\,\vec{k}$$

(H): $$|\vec{a}| = \sqrt{(2)^2 + (6t)^2} = \sqrt{4 + 36t^2}$$

(S): $$|\vec{a}| = \sqrt{4 + 36(2)^2} = \sqrt{148}\ \text{m/seg}^2 = 12.2\ \text{m/seg}^2$$

A esta solución también se podría haber llegado a partir de (E) mediante la ecuación $\vec{a} = d^2\vec{S}/dt^2$; sin embargo, se aconseja el anterior planteamiento por considerarlo más razonable y deductivo.

BIBLIOGRAFIA

(1) Polya, G.: How to solve it: A new Aspect of Mathematic Method 2d. Ed. Princenton University Press.- Princenton N.J., 1973.

(2) Wickelgren, W.A.: How to solve problems. Freeman.- San Francisco, 1974.

(3) Mettes, C.T.C.W.; Pilot, A.; Roosink, H.J. y Kramer-Pals, H.: Teaching and Learning Problem solving in Science, vol. 2. Journal of Chemical Education, 58, 51. 1981.

(4) Mettes, C.T.C.W.; Pilot, A.; Roosink, H.J. y Kramer-Pals, H.: Teaching and Learning Problem Solving in Science, vol. 1. A general strategy. Journal of Chemical Education, 57, 882. 1980.