

# EVALUACION DIAGNOSTICA PARA EL DISEÑO INSTRUCCIONAL EN EL AREA DE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA EN EGB

Eduardo GARCIA JIMENEZ

## 1. INTRODUCCION

Con la publicación en estos días del Anteproyecto para la Reforma de la 2ª etapa de EGB<sup>1</sup>, se completa la estructura curricular iniciada en este nivel tres años antes, bajo la denominación de «Programas Renovados». Sin embargo, dado el elevado índice de fracaso detectado en la evaluación del ciclo inicial, «tan sólo un 60 por ciento de los alumnos alcanza el 40 por ciento de los aprendizajes que se supone debe proporcionar este primer ciclo de la EGB»<sup>2</sup>, se está cuestionando la calidad de la enseñanza consecuencia de la aplicación de los nuevos programas, al tiempo se inicia una reforma de la enseñanza que afecta a todos los niveles del sistema educativo.

La promulgación por el Ministerio de Educación y Ciencia de los Programas Renovados supuso una nueva estructuración de la EGB. Esta reforma del curriculum escolar afectó, fundamentalmente, a la teleología de la enseñanza y a la selección y secuenciación de los contenidos. No obstante su influencia sobre aspectos como el rendimiento de los alumnos o la organización de los centros se presumía iba a ser decisiva.

En general, la innovación fue acogida con preocupación por autores y personalidades relevantes relacionadas con los temas educativos<sup>3</sup> y con indiferencia por quienes debían

<sup>1</sup> DIRECCION GENERAL DE EDUCACION BASICA (1984): Reforma: El Ciclo Superior de la EGB, *Vida Escolar*, 229-230.

<sup>2</sup> MARAVALL, J.M. (1984): *La reforma de la enseñanza*, p. 87 (Barcelona, Laia).

<sup>3</sup> UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID (1981): *Los programas renovados de la EGB. Análisis, críticas y alternativas*, (Madrid, ICE).

COSTA RIBAS, J. (1982): La innovación en Educación General Básica, *Vida Escolar*, 215, enero-febrero, pp. 4-7.

AVILES, B., OTERO, J. Y SANCHEZ, E. (1982): Ciencias de la Naturaleza, *Cuadernos de Pedagogía*, 93, septiembre, pp. 33-37.

MORENO GARCIA, A. y ARRIBAS, C. (1982): *El ciclo medio en la Educación Básica*, (Madrid, Santillana).

OTERO GUTIERREZ, J. (1982): La fundamentación de los Programas Renovados del Area de las Ciencias de la Naturaleza del Ciclo Medio de la EGB, *Bordón*, 242-243, marzo-junio, pp. 297-308.

SANCHEZ REAL, J. (1982): Física y Química de los programas renovados de la EGB, *Educadores*, 116, enero-febrero, pp. 31-56.

GONZALEZ SOLER, A. (1982): La evaluación y el ciclo medio, *Bordón*, XXXIV: 242-243, marzo-junio, pp. 221-226.

MARTIN, E. y MORENO A. (1982): Evaluación y crítica de los nuevos programas de EGB, *Infancia y Aprendizaje*, 14, pp. 133-135.

aplicarla. Las críticas coincidían en que se había establecido un modelo curricular para la EGB sin contar con un programa de evaluación que aportase información pertinente sobre el desarrollo de las Nuevas Orientaciones de la EGB (la estructura curricular vigente hasta la implantación de los nuevos programas) y, sin contar con las sugerencias y aportaciones de los profesores. Del mismo modo, se reconocía que el área de las Ciencias de la Naturaleza era una de las áreas de la EGB que había permanecido sustraída durante más tiempo a cualquier forma de innovación en sus objetivos, contenidos o metodología<sup>4</sup>. Sobre todo en las primeras etapas de la escolarización, la experiencia directa del alumno con los fenómenos físico-naturales o con el entorno ecológico no había sido fomentada en programas educativos de legislaciones anteriores.

Otros aspectos que no habían sido contemplados en los nuevos programas eran las necesidades derivadas de una cultura, unas condiciones económicas, sociales y políticas, y unas formas de vida diferentes que necesariamente habrían de romper con la idea de una clase-patrón, en la que los niños cumplen fielmente con los objetivos que se les señala según un modelo de desarrollo<sup>5</sup>. Sobre todo, si como afirma Delval: «no se dispone de datos suficientes que nos permitan saber a qué edades alcanzan los niños españoles por término medio cada uno de estos estadios»<sup>6</sup>.

Por todo ello, y antes de organizar el Ciclo Superior de la EGB y completar así el proyecto curricular para la escuela parecía necesario, de una parte, llevar a cabo una evaluación diagnóstica que permitiese fijar el nivel de rendimiento alcanzado por los alumnos al finalizar el Ciclo Medio, para conocer las bases que deberían ser tenidas en cuenta al adoptar decisiones sobre el currículum<sup>7</sup>. De otra, presentar una propuesta de diseño curricular en la que sean los profesores los que, de acuerdo con un modelo previo, elaboren su propio material instruccional adaptado al contexto en que se desarrolla la enseñanza y al ambiente de aprendizaje de su clase.

El desarrollo de un modelo curricular basado en competencias puede ayudar a los profesores a organizar secuencialmente los procesos instruccionales, adecuándolos al marco educativo en que éstos se desenvuelven<sup>8</sup>. En este tipo de currículum cuando la programación de los cursos y áreas se hace en base a módulos es posible, además, adaptar la enseñanza al ritmo de trabajo y a las necesidades e intereses del alumno<sup>9</sup>.

Así ha sido entendido también por quienes han diseñado el Anteproyecto para la Reforma de la 2ª etapa de EGB, presentando una propuesta curricular en la que se parte de la idea de módulo como unidad básica de secuenciación del aprendizaje necesaria para alcanzar un objetivo referido a competencias personales. Idea que ha sido desarrollada posteriormente en el «II Encuentro de la Reforma de EGB»<sup>10</sup>, en el que los diferentes

---

<sup>4</sup> DIRECCION GENERAL DE EDUCACION BASICA (1980): Documento Base de los Programas Renovados de EGB, *Vida Escolar*, 206, marzo-abril.

<sup>5</sup> ROSS, K.A. y SUTTON, C.R. (1982): Concept Profiles and the Cultural Context, *European Journal of Science Education*, IV: 3, pp. 231-243.

KAHLE, J.B., NORDLAND, F.H. y DOUGLAS, C.B. (1976): An Analysis of an Alternative Instructional Model for Disadvantaged Students, *Science Education*, LX: 2, April-June, pp. 237-243.

<sup>6</sup> DELVAL, J. (1982): Comentarios sobre el Documento Base y la orientación de los Programas Renovados (I), *Cuadernos de Pedagogía*, 93, septiembre, p. 6.

<sup>7</sup> TABA, H. (1984): *Elaboración del currículo. Teoría y práctica*, p. 305, (Buenos Aires, Troquel).

<sup>8</sup> LEONARD, L.D. y UTZ, R.T. (1979): *La enseñanza como desarrollo de competencias*, p. 130, (Madrid, Anaya).

<sup>9</sup> NOVAK, J.D. (1982): *Teoría y práctica de la educación*, p. 168, (Madrid, Alianza Universidad).

<sup>10</sup> II Encuentro Reforma de la EGB, Roquetas de Mar, Almería 10 al 13 de Octubre de 1984.

grupos de trabajo llegan a la conclusión de que el módulo es un centro de interés, que implica un acercamiento del niño al medio, profundizando en su conocimiento de una manera activa y utilizando como instrumento la investigación.

El trabajo que a continuación presentamos, comprende la evaluación del nivel de rendimiento alcanzado por los alumnos al finalizar el Ciclo Medio de la EGB en el Área de las Ciencias de la Naturaleza y una propuesta para el diseño instruccional del Ciclo Superior en este mismo área.

## **2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

Los objetivos que nos propusimos cubrir con esta investigación fueron:

- Elaborar una prueba diagnóstica que permitiese establecer grados de dominio en los alumnos de la 2ª etapa de EGB, respecto a los Niveles Básicos de Referencia establecidos para el Ciclo Medio en el Área de las Ciencias de la Naturaleza.
- Medir la influencia de variables contextuales en el rendimiento del alumno.
- Presentar un modelo de diseño curricular para las ciencias adaptado a las características, ritmo de trabajo y estilo de aprendizaje de los alumnos, a partir del cual los profesores pudiesen elaborar sus propios materiales instruccionales.
- Obtener indicios o informaciones que facilitasen la toma de decisiones referente a la estructuración del Ciclo Superior de la EGB.

## **3. HIPOTESIS PLANTEADAS**

Hipótesis número Uno: La prueba elaborada en este estudio, el «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales», es un instrumento fiable y generalizable.

Hipótesis número Dos: El rendimiento de los alumnos de la 2ª etapa de EGB, respecto de los Niveles Básicos de Referencia formulados para el Ciclo Medio de la EGB en el Área de las Ciencias de la Naturaleza, se modifica significativamente en función de la incidencia de determinadas variables contextuales.

Hipótesis número Tres: La administración del «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales» facilita la detección de los errores conceptuales de los alumnos.

## **4. IDENTIFICACION DE LA MUESTRA**

El «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales» ha sido elaborado en base a las percepciones de 59 profesores de centros públicos de EGB en Sevilla y Huelva, elegidos mediante muestreo estratificado con afijación proporcional.

La identificación de la muestra a la que se aplicó el «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales» fue realizada en dos etapas. En primer lugar, se eligió, mediante un muestreo aleatorio simple, 22 unidades de 6º curso de EGB pertenecientes a distintas comarcas de la provincia de Huelva. En segundo lugar, se seleccionó una submuestra de 199 alumnos con el objeto de delimitar los tipos de errores conceptuales cometidos por estos alumnos al responder a los ítems de la prueba.

## **5. METODOLOGIA**

Está estructurada en dos partes bien diferenciadas. La primera parte recoge el proceso de diseño del instrumento en dos momentos sucesivos: la elaboración del «Cuestionario para seleccionar las preguntas del Test Diagnóstico en Ciencias Naturales», en base a un banco de ítems extraídos de libros de texto homologados para el quinto curso de EGB de Ciencias de la Naturaleza y a la ordenación de dichos ítems en una tabla de especificaciones, y la construcción del «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales» a partir de los ítems que los profesores estimaron respondían más adecuadamente al nivel de exigencia estable-

cido para el Ciclo Medio de la EGB. La versión definitiva de esta prueba consta de veintiséis items agrupados, de acuerdo con los niveles mínimos establecidos en los Programas Renovados, en los siguientes apartados: «La Nutrición», «La Reproducción», «Los Vegetales», «Fuentes de Energía», «Ecosistema», «Aprovechamiento de las Fuentes de Energía» y «Técnicas de Trabajo».

La ordenación de estos items se llevó a cabo teniendo en cuenta, además de los contenidos señalados, el grado de dificultad que según la taxonomía de Klopfer encierra para el alumno la realización de las conductas que se requieren en cada uno de ellos<sup>11</sup>.

La segunda parte, comprende la aplicación del «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales» a una muestra de alumnos de 6° de EGB de diferentes comarcas de la provincia de Huelva.

## 6. ANALISIS DE LOS DATOS

La selección de las preguntas que forman parte del «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales» se ha realizado a partir del análisis de las respuestas de los profesores al cuestionario anteriormente mencionado, aplicando para ello el Test X<sup>2</sup> de máxima verosimilitud y el Test de Haberman, y como medida de asociación los coeficientes de Cramer y de Goodman-Kruskal<sup>12</sup>.

Para contrastar la Hipótesis Número Uno, hemos estimado la fiabilidad del test empleando el método de las dos mitades o coeficiente de consistencia interna de Spearman-Brown. Su validez fue determinada por el método de análisis de items. El índice de dificultad de la prueba se fijó a partir del número de alumnos que contestaron correctamente cada uno de los items.

Respecto a la Hipótesis Número Dos, aplicamos el análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis<sup>13</sup> a las puntuaciones obtenidas por los alumnos en la prueba, considerando las 22 unidades muestreadas y las zonas geográficas en que están ubicadas.

ZONAS CONTRASTADAS	Valor de $Z_a \sqrt{\frac{N(N+1)}{12} \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_h}}$	Valor de $\bar{R}_i - \bar{R}_h$
HUELVA CAP. COSTA	41,296058	55,46497
COSTA - SIERRA	108,97715	191,05518
SIERRA - A. HUELVA	120,27679	176,68848
SIERRA - HUELVA CAP.	107,78871	135,59021
COSTA - A. HUELVA	67,479370	14,36870
HUELVA CAP. - A. HUELVA	66,287563	41,09627

Tabla nº 1. Resultados del contraste establecido entre las cuatro zonas muestreadas de la provincia de Huelva.

<sup>11</sup> KLOPFER, L.E. (1975): Evaluación del aprendizaje en ciencias, en BLOOM, B. y otros *Evaluación del aprendizaje* (Buenos Aires, Troquel), pp. 93-220.

<sup>12</sup> EVERITT, B.S. (1977): *The Analysis of Contingency Tables*, pp. 1-11 y 46-66 (London, Chapman and Hall).

<sup>13</sup> SIEGEL S. (1976): *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la educación*, pp. 215-225 (México, Trillas).

TEJEDOR, F.J. (1984): *Análisis de la varianza aplicada a la investigación en pedagogía y psicología*, pp. 302 y ss. (Madrid, Anaya).

A partir de los datos recogidos en la Tabla número 1 puede inferirse que existen diferencias estadísticamente significativas entre las siguientes comarcas de la provincia de Huelva:

1. Huelva capital y La Costa.
2. La Sierra y La Costa.
3. La Sierra y el Area de H.
4. La Sierra y Huelva cap.

En estos casos, el valor obtenido al aplicar la fórmula  $Z_a = \frac{N(N+1)}{12} \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_h} \right)$

de aproximación, para cualquiera de los pares de zonas consideradas es superior a la diferencia de rangos medios  $R_i - R_h$  para dichas zonas.

En último término, y con objeto de identificar los errores cometidos por los alumnos al contestar las preguntas del «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales», establecimos un análisis de la frecuencia con que una submuestra de estos alumnos contesta de forma incorrecta los items del test.

En la Tabla número 2 se recogen los porcentajes de respuestas incorrectas en los diferentes temas de trabajo, dentro del Area de las Ciencias de la Naturaleza, dadas al test diagnóstico por una submuestra de 199 alumnos de la provincia de Huelva.

ITEMS del TDCN	TEMAS DE TRABAJO CIENCIAS NATURALES	PORCENTAJE DE ERROR COMETIDO	CONDUCTAS MAS DEFICITARIAS
1,2,3,4,5,6,	1.2. «La nutrición»	75,54	Conocimiento de la terminología, de tendencias y secuencias y de clasificaciones y categorías.
7,8,9,10,	1.3. «La reproducción»	41,70	Conocimiento de los hechos de la ciencia y de tendencias y secuencias.
11,12	2.2. «Los vegetales»	50,50	Formulación de generalizaciones y conocimiento de los hechos específicos.
13,14,15,16	2.3. «Otros elementos y factores del medio: Fuentes de energía»	61,05	Adquisición de destrezas en la utilización de equipos de laboratorio.
17,18,19	3.1. «Estudio de un ecosistema»	39,36	Conciencia de las relaciones entre la ciencia, la economía y la tecnología.
20,21	3.2. «Aprovechamiento de las fuentes de energía»	55,77	Conciencia de las relaciones entre la ciencia... y Aplicación de conocimientos.
22,23,24,25,26	4. «Técnicas de trabajo»	67,73	Selección de instrumentos apropiados y de pruebas para comprobar la hipótesis.

**Tabla Nº 2. Resultados del análisis de frecuencias en relación con el porcentaje de error cometido y con las conductas más deficitarias halladas en las respuestas de los alumnos al «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales» (TDCN).**

Como puede observarse en esta tabla, el porcentaje más elevado de respuestas incorrectas corresponde al tema de trabajo 1.2. «La Nutrición» con un 75,54% de errores cometidos por los 199 alumnos a los que se les ha pasado el test. La pregunta 1 que no ha sido contestada por ningún alumno, registra el índice de error más elevado (88,94%). En este tema de trabajo, las conductas más deficitarias detectadas en las respuestas de los alumnos hacen referencia a las subcategorías: A.2. «Conocimiento de la terminología científica», A.5. «Conocimiento de las tendencias y secuencias» y A.6. «Conocimiento de clasificaciones, categorías y criterios», recogidas en la Taxonomía de Klopfer.

El bloque temático 4. «Técnicas de Trabajo» registra también un elevado porcentaje de respuestas incorrectas (67,73%) siendo la pregunta 25 la que presenta un índice de error más elevado (67,83%). Las conductas deficitarias en este caso según la taxonomía de Klopfer son: B.4. «Selección de instrumentos apropiados» y C.3. «Selección de pruebas adecuadas para una hipótesis».

Por último, cabe destacar también el porcentaje de error alcanzando en el tema de trabajo 2.3. «Otros elementos y factores del medio: Fuentes de energía» con un 61,05% de respuestas incorrectas, donde la pregunta 15 presenta el índice de error más elevado (61,80%), que indica que el alumno desconoce el funcionamiento de un circuito eléctrico.

La Tabla número 3 presenta los porcentajes de errores cometidos por los alumnos en el «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales» para Huelva capital, La Costa, La Sierra y el Área de Huelva. En esta tabla, se puede constatar que el nivel más elevado de respuestas incorrectas está situado, de nuevo, en el tema de trabajo 1.2. «La Nutrición», aunque con porcentajes diferentes en cada una de las comarcas; así, mientras los alumnos de la Sierra hacen descender el índice de error hasta un 66,67% (frente al 75,54% del total), los de la Costa elevan este índice hasta el 82,91%

ITEMS del TDCN	TEMAS DE TRABAJO CIENCIAS NATURALES	HUELVA CAPITAL	LA COSTA	LA SIERRA	EL AREA DE HUELVA
1,2,3,4,5	1.2. «La nutrición»	73,12	82,91	66,67	68,51
7,8,9,10	1.3. «La reproducción»	37,5	47,46	77,50	51,38
11,12	2.2. «Los vegetales»	39,79	50,63	62,50	58,34
13,14,15,16	2.3. «Otros elementos y factores del medio: Fuentes de energía»	64,54	53,79	50,00	58,34
17,18,19	3.1. «Estudio de un ecosistema»	35,03	47,67	41,67	61,12
20,21	3.2. Aprovechamiento de las fuentes de energía»	55,10	58,86	37,50	69,45
22,23,24,25,26	4. «Técnicas de trabajo»	44,08	70,88	75,00	64,45

**Tabla nº 3. Porcentaje de error cometido por los alumnos de las diferentes comarcas muestradas de la provincia de Huelva en el «Tests Diagnóstico en Ciencias Naturales».**

## 7. IMPLICACIONES INSTRUCCIONALES

Las implicaciones instruccionales de nuestra investigación hacen referencia al desarrollo de una propuesta de diseño para el Área de las Ciencias de la Naturaleza. Esta propuesta forma parte de la estructura más amplia de un currículum basado en competencias, que constituye una alternativa para la planificación del Ciclo Superior de la E.G.B. Así, siguiendo los pasos señalados por Leonard y Utz<sup>14</sup> para el desarrollo de un currículum

<sup>14</sup> LEONARD, L. D. y UTZ R.T. (1979): o.c., pp. 256-257.

basado en competencias, hemos elaborado un diseño instruccional a partir de módulos didácticos. Nuestra idea es presentar al profesor un modelo de organización modular de la enseñanza para planificar la instrucción de acuerdo con la realidad de su clase.

El tema seleccionado, «La Nutrición», aparece recogido en los Niveles Básicos de Referencia establecidos para el Área de las Ciencias de la Naturaleza (Ciclo Medio), y es el tema de trabajo en que los alumnos presentan un mayor porcentaje de error (superior al 75%) al contestar a las preguntas formuladas en el «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales». El análisis de «La Nutrición», en sus conceptos fundamentales, se ha llevado a cabo siguiendo una estructura taxonómica que muestra relaciones de supraordenación, coordinación y subordinación entre cuatro tópicos: la digestión, la circulación, la respiración y la excreción. Así, y de acuerdo con los presupuestos de la Teoría de la Elaboración<sup>15</sup>, hemos establecido una jerarquía de contenidos en función de su carácter más o menos fundamentalmente para determinar el contenido de los siguientes niveles. Comenzamos por los conceptos o procedimientos (constructos) establecidos a un nivel más bajo de complejidad y profundidad y con la máxima generalización e inclusión, tal y como recomiendan Ausubel y Novak<sup>16</sup>. El resultado de este «análisis» nos muestra una relación jerárquica entre los procesos incluidos en la función de «Nutrición», el concepto más supraordinado de esta estructura taxonómica; subordinado a él, aparecen los procesos de digestión y respiración coordinados entre sí y, a su vez, supraordinados al proceso de circulación que incluye un nivel más complejo y subordinado: la excreción.

De todos estos conceptos, la «Circulación» es el que alcanza en el «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales» un mayor índice de error (100%) ya que la pregunta 1 de este instrumento no es contestada por ningún alumno.

Este tópico es el que desarrollamos a través de un módulo instruccional; el resto de los componentes temáticos de «La Nutrición», los puede organizar el profesor siguiendo el modelo presentado para este tópico en la Figura 1.

El módulo «La circulación sanguínea», comienza en □ , y el alumno entra, de inmediato, en el paso ② que puede considerarse como una introducción al módulo propiamente dicho. En esta introducción se le informa sobre la secuencia que configura al módulo, cuál va a ser su trabajo o qué relación mantiene este módulo con los anteriores. El alumno puede solicitar, además, la ayuda ▢ del profesor para que le aclare los aspectos que no le resulten comprensibles. En el paso ④ el alumno puede elegir entre varias alternativas instruccionales □ cuya finalidad es motivarlo en el aprendizaje de unos contenidos ante los que ha demostrado un rendimiento insatisfactorio. Nuestra idea, cercana a los presupuestos de la Teoría de la Atribución<sup>17</sup>, es hacer ver a estos alumnos que a través de esta forma de enseñanza (en que pueden trabajar de una forma individualizada y sin la presión continuada de los logros obtenidos por sus compañeros) es posible que logren un nivel de dominio suficiente de este tema.

El establecimiento de estrategias instruccionales alternativas es una de las características de la enseñanza modular<sup>18</sup>. En nuestro caso, el alumno va a poder seleccionar entre ver

<sup>15</sup> REIGELUTH, CH. M., MERRILL, M.D. y BUNDERSON V. (1978): The Structure of Subject Matter Content and its Instructional Design Implications, *Instructional Science*, 7, pp. 107-126.

REIGELUTH, CH. M. y otros (1980) The Elaboration of Instruction: Model for Sequencing and Synthesizing Instruction, *Instructional Science*, 9, pp. 208-209.

<sup>16</sup>NOVAK, J.D. (1982): o.c., pp. 135-142.

AUSUBEL, D.P. y ROBINSON, F.G. (1969): *School of Learning: An Introduction to Educational Psychology*. (New York, Rinehart and Wiston).

<sup>17</sup> SCHIEFELE, H. (1980): *Motivación del aprendizaje y aprendizaje de motivos*, pp. 358-369 (Madrid, Oriens).

<sup>18</sup>HOUSTON, R.W. (1971): *Developing Instructional Modules*, (Houston, Texas, College of Education).

material audiovisual sobre la necesidad de los «sistemas de transporte», realizar una lectura introductoria sobre este tema o llevar a cabo una dramatización («role playing») en un pequeño grupo, que muestre la importancia de los «sistemas de transporte».

La lectura establecida en el paso 5 pone en contacto alumno con los objetivos del módulo, que han sido establecidos de forma que estos estudiantes, que han fracasado en el «Test Diagnóstico en Ciencias Naturales», puedan saber operativamente qué es lo que se pretende conseguir con el desarrollo de esta unidad y cuáles son los comportamientos que se esperan de ellos cuando el módulo finalice. Al desarrollar estos objetivos, hemos partido de uno de los principios fundamentales del aprendizaje por dominio («mastery learning»), el principio de que cualquier estudiante, en un programa dado, puede dominar perfectamente cualquier tarea con tal que se le proporcionen una instrucción óptima y un tiempo suficiente<sup>19</sup>. En el caso de que no comprenda alguno de estos objetivos puede solicitar la ayuda del profesor A .

La autoevaluación 6 (pre-test) permite al alumno, por sí mismo, conocer su nivel de instrucción, al tiempo que lo familiariza con algunos de los procedimientos de evaluación individualizada<sup>20</sup>. De acuerdo con el grado de dominio alcanzado en este tema, el alumno elige una de las tres alternativas instruccionales siguientes 7 :

- a) Nivel Básico que comienza con la realización de un experimento para determinar los elementos que componen la sangre, donde 8a debe investigar determinados aspectos de un problema dado, 9a establecer las relaciones causa-efecto entre los datos encontrados, y sacar las conclusiones pertinentes en base a las relaciones observadas 10a<sup>21</sup>, o bien
- b) Nivel Avanzado, que también supone la realización de un experimento sobre el mismo tema (siguiendo el mismo procedimiento), pero con una complejidad superior, y.
- c) Nivel Rápido, el alumno sólo completa parte de las actividades del módulo (las consideradas fundamentales).

Durante la realización del experimento, la ayuda del profesor A puede ser solicitada por el alumno para presentarle aspectos relacionados con el desarrollo del mismo y sugerir posibles vías de solución a los problemas planteados. El establecimiento de dos o más niveles instruccionales, sobre un tiempo previamente asignado que toma en consideración el ritmo de aprendizaje de los más lentos, permite que los alumnos más rápidos puedan completar su instrucción accediendo a las actividades más complejas<sup>22</sup>.

---

<sup>19</sup> GOLDSCHMID, B. y GOLDSCHMID, M.L. (1973): Modular Instruction in Higher Education: A Review, *Higher Education* 2, pp. 15-32.

LEONARD L.D. y UTZ, R.T. (1979), o.c.

VILLAR ANGULO, L.M. (1980a): *Enfoque modular de la enseñanza 1. El autoperfeccionamiento del profesorado*. (Madrid, Cincel-Kapelusz).

VILLAR ANGULO L.M. (1980b): *Enfoque modular de la enseñanza 2. Aprender a enseñar*, (Madrid Cincel-Kapelusz).

<sup>20</sup> BLOCK, J.H. (ed.) (1971): *Mastery Learning. Theory and Practice*, (New York, Rinehart and Wiston).

BLOOM, B.S. (1976): *Human Characteristic and School Learning* (New York, McGraw Hill Book Company).

<sup>21</sup> LOPEZ RUPEREZ, F. y otros (1984): Proyecto de Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales (P.E.I.C.E.). Análisis de una experiencia, *Enseñanza de las Ciencias*, II:1 marzo pp. 3-14.

<sup>22</sup> CARROLL, J.B. (1963): A Model of School Learning, *Teachers College Record*, 64, pp. 723-733.

POSTLETHWAIT, S.N. (1976) *Audio-Tutorial Approach*. (minneapolis, Burgess Publishing Co.).

POSTLETHWAIT, S.N. (1976): *Audio-Tutorial Modules for College Biology*, (New York, Wm. B. Saunders).



El paso  $\diamond$  supone un control del tiempo invertido por el alumno en la realización del experimento. Si agota el tiempo previamente asignado para esta actividad, tanto en el Nivel Básico como en el Nivel Avanzado, puede acudir a un Centro de Recursos  $\square$ , donde encontrará ayuda tanto a nivel de recursos humanos (el profesor, sobre todo), recursos didácticos (métodos y procedimientos que pueden facilitarle un mejor tratamiento de los problemas planteados) y recursos materiales o instrumentales (libros, audiovisuales, material programado, etc.), todo ello organizado en el propio aula-laboratorio de Ciencias Naturales<sup>23</sup>. Este Centro de Recursos permite al alumno revisar aspectos relacionados con el experimento (manejo de instrumentos, planteamiento del problema, secuencia deductiva, etc). Los alumnos que no agotan este tiempo reciben un refuerzo del profesor que les dará ánimos para continuar en el módulo y les señalará los ventajas de concluir el módulo de forma satisfactoria. Posteriormente, pasarán a desarrollar un bloque de actividades complementarias  $\square$ .

Para controlar los logros alcanzados por el alumno al realizar el experimento, se han establecido en el módulo una serie de cuestiones específicas  $\diamond$ . Estas cuestiones, elaboradas en estrecha relación con los objetivos del módulo, tienen por objeto valorar la actividad escolar cotidiana en lo que hace referencia a las ejecuciones individualizadas del alumno y a la calidad de sus participaciones en las actividades coloquiales<sup>24</sup>. La superación de estas actividades permite a los alumnos de los niveles Básico y Avanzado continuar el módulo; por el contrario, los alumnos que no logran superar estas actividades, se dirigen al Centro de Recursos  $\square$  (en el caso del Nivel Básico) o a completar las cuestiones señaladas para el Nivel Básico (en el caso de los alumnos del Nivel Avanzado), y si tampoco logran superarlas, pasan al Centro de Recursos  $\square$ .

Es quizás, el momento de establecer un «intervalo didáctico» que permita a los alumnos, mediante una puesta en común  $\square$  realizar un intercambio de las experiencias recogidas hasta ahora en el desarrollo del módulo, y del que pueden surgir un cúmulo de sugerencias bastante enriquecedoras<sup>25</sup>.

Después de este intercambio de ideas y experiencias, cada uno de los alumnos elige, de nuevo, una alternativa instruccional acorde con los resultados obtenidos al completar las cuestiones anteriormente citadas  $\diamond$ . Según Taba (1984), los diferentes individuos *necesitan* también diferentes tipos de actividades de aprendizaje, que tienen que alcanzar un equilibrio entre los diversos *medios* para aprender: la lectura, el análisis, la investigación, la observación, la redacción, la manipulación, la experimentación y la construcción. «Proporcionar una variedad de experiencias de aprendizaje racionalmente equilibradas no sólo aumenta la capacidad y la motivación para aprender, sino que representa, además, una manera de tratar el problema de las diferencias individuales y la heterogeneidad»<sup>26</sup>. En este sentido, hemos entendido las actividades planificadas en el paso  $\square$ ; así, el alumno puede elegir entre ver material audiovisual que presenta el «esquema» de un sistema de circulación sanguínea, realizar diversas observaciones sobre el corazón y los vasos sanguíneos, participar en una demostración, con un pequeño grupo, en que se lleva a cabo una disección de estos órganos o bien leer un texto relacionado con el sistema de circulación sanguínea.

Una nueva puesta en común  $\square$  va a permitir a los alumnos completar el ángulo desde el que han estudiado el tema. A este paso, le sigue una lectura obligatoria sobre las

---

<sup>23</sup> VIDORRETA GARCIA, C. (1982): *Cómo organizar un centro de recursos*, (Madrid, Anaya).

<sup>24</sup> GONZALEZ SOTO, A.P. (1983): *Interdisciplinariedad y Sistemas Modulares de Enseñanza-Aprendizaje: Aportaciones metodológicas*, Comunicación presentada en el I Congreso de Tecnología Educativa, Madrid 7-9 abril.

<sup>25</sup> LOPEZ RUPEREZ, F. y otros (1984): o.c.

<sup>26</sup> TABA H. (1974) o.c., p. 404.

normas de higiene del aparato circulatorio [18] (referidas ante todo a problemas como los de las hemorragias, insolaciones, trastornos digestivos, etc.), que puede provocar en el alumno una actitud favorable hacia estos problemas. Estimamos que los pensamientos que puede suscitar esta lectura contribuirán (a modo de agentes activadores) a fomentar emociones relacionadas con estos problemas tal y como mantienen autores como Miller o Grose<sup>27</sup>.

Las actividades expositivas y socializadas de gran grupo [19] consisten en aclaraciones, apoyo al material instruccional, experiencias de cátedra, actividades coloquiales, etc.<sup>28</sup>. En nuestro caso, este es el último contacto que mantienen los alumnos a nivel de gran grupo antes de contestar al post-test, y es aprovechado para que el profesor [A] aclare los aspectos fundamentales recogidos en el módulo y las experiencias llevadas a cabo por éstos.

El paso [20] supone la realización, por parte del alumno, de actividades manipulativas de varios tipos entre las que elige la que mejor se adapta a su capacidad e intereses. El alumno puede dibujar el sistema circulatorio [21] hacer un mural relacionado con las normas de higiene del sistema circulatorio [21] o modelar en plastilina, arcilla, etc., un corazón en el que se diferencian sus partes fundamentales [21]. Con el desarrollo de este tipo de actividades por el alumno, hemos pretendido establecer una relación interdisciplinaria entre las áreas de Naturaleza y Plástica de forma que el alumno no sólo aprenda aspectos propios del tema de la circulación sanguínea sino que además lleve a cabo un aprendizaje de actividades manipulativas, plásticas, etc.<sup>29</sup>.

Concluidas estas actividades, el alumno pasa a contestar una prueba (post-test) [22] para determinar qué tipo de modificaciones se han producido -respecto de los resultados obtenidos en el pre-test- en sus experiencias de aprendizaje relacionadas con el tema de la «Nutrición», como consecuencia del módulo desarrollado. Si el alumno contesta satisfactoriamente a las preguntas recogidas en esta prueba, pasa a realizar actividades complementarias para enriquecer sus experiencias sobre este tema. En caso de que no conteste correctamente a las preguntas, retrocede al paso [20] y elige una alternativa [16] diferente a la anterior. Una vez completado el paso [16], acude al centro de recursos [CR].

El paso [23], indica la salida del alumno una vez concluido el módulo completo. La conexión con los otros módulos del tema «La Nutrición» [24] se realiza siguiendo las relaciones de supraordenación, coordinación y subordinación encontradas al estructurar este tema, es decir, el alumno pasa al módulo 5 : «La excreción».

Lógicamente, los alumnos del Nivel Rápido no han tenido necesidad de cubrir todos estos pasos, y han finalizado el módulo en las actividades del paso [16], después de completar sólo los elementos esenciales de este módulo.

---

<sup>27</sup> Citados por BANDURA A. (1982): *Teoría del aprendizaje social*, p. 223, (Madrid, Espasa-Calpe).

<sup>28</sup> LOPEZ RUPEREZ, F. y otros (1984): o.c.

<sup>29</sup> UNESCO (1975): *Nuevas tendencias en la integración de la enseñanza de las ciencias*, (Barcelona, Teide/Unesco).

FIGURA N° 1

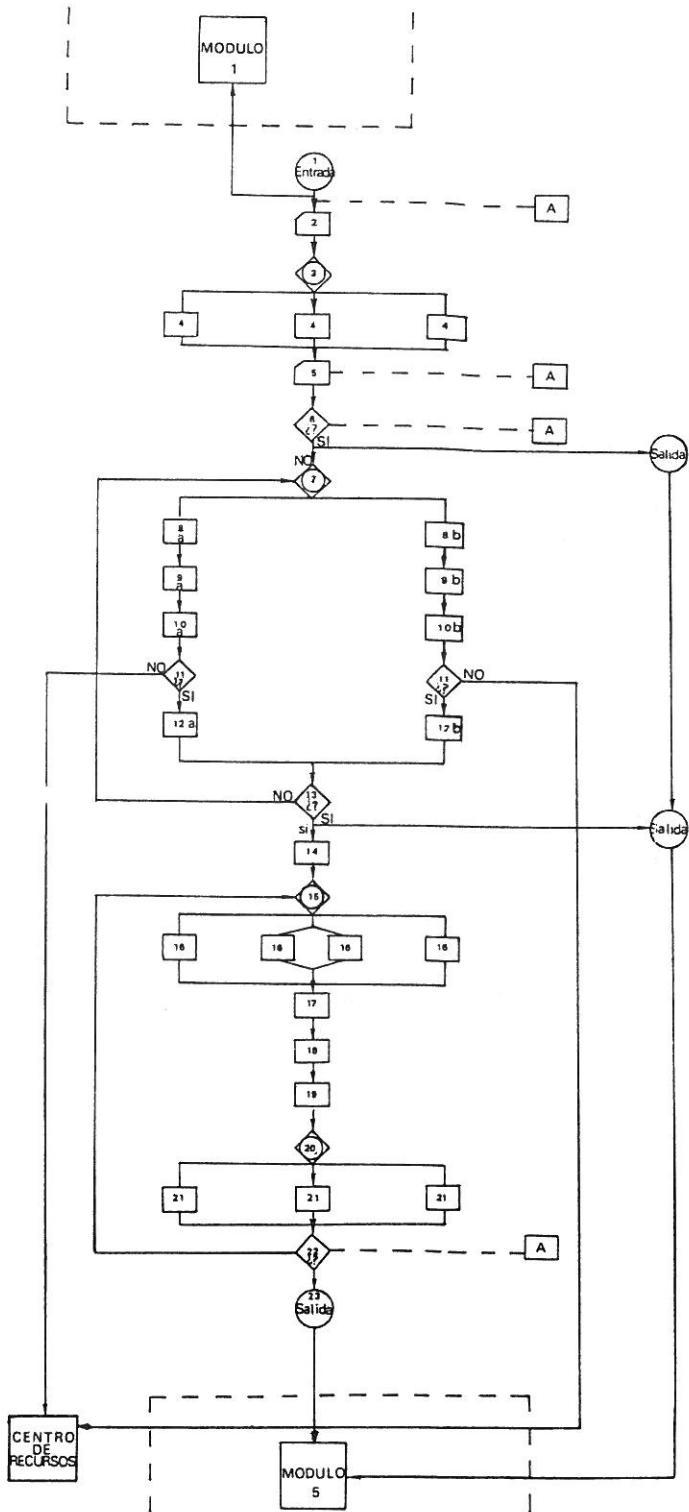


Figura n° 1. Diagrama de flujo del módulo «La Circulación Sanguínea».

## BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE DE CARCER, I. (1983): Dificultades en la comprensión de las explicaciones de los libros de texto de Física, *Enseñanza de las Ciencias* 1:2, julio, pp. 92-98.
- ALVAREZ ROJO, V. y otros (1984) *Diagnóstico Pedagógico*. (Sevilla, Alfar).
- ARMAYOR GONZALEZ, H. y RAMÍREZ GARCIA, M. (1983): *Determinación del grado de comprensión de las Ciencias Naturales en los alumnos de la segunda etapa de E.G.B. para su incorporación al BUP y a estudios superiores*, (Córdoba, I.C.E. de la Universidad de Córdoba).
- ARRILABENGOA ABASOLO, E. (Dir.) (1982): Ensayo de los Programas Renovados de Ciencias de la Naturaleza, Ciclo Superior según una metodología experimental, *Vida Escolar* 215 enero-febrero, pp. 66-74.
- BENEDITO ANTOLI, V. (1983): Paradigma logístico-metodológico e instrumentos de diagnóstico del aprendizaje universitario en Didáctica, *Enseñanza. Anuario Interuniversitario de Didáctica*, 1 enero-diciembre pp. 329-336.
- BLOOM, B. MADAUS, G.F. Y HASTINGS, J.T. (1981): *Evaluation to Improve Learning* (New York, McGraw Hill).
- BORDAS ALSINA, I. (1983): Diagnósis del aprendizaje matemático, *Enseñanza. Anuario Interuniversitario de Didáctica*, 1 enero-diciembre pp. 319-327.
- CABRERA RODRIGUEZ, F.A. (1983): *Elaboración de una prueba diagnóstica-analítica de lectura para el análisis inicial del aprendizaje lector*, Comunicación presentada en el II Seminario de Modelos de Investigación Educativa, Sitges, Marzo.
- CARRASCOSA ALIS J.(1982) *Los errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias* Tesis de Licenciatura inédita, Facultad de Química de la Universidad de Valencia.
- CONNECTICUT SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (1980): *Suggested Science Competencies Students. Completing Grades 4, 8 and 12 in Connecticut Schools*, (Connecticut, C.S.T.A.).
- DELVAL, J. (1983): *Creer y pensar. La construcción del conocimiento en la escuela* (Barcelona, Laia).
- DORAN, R.L. (1980): *Basic Measurement and Evaluation of Science Instruction*, (Washington, N.S.T.A.).
- FERNANDEZ URIA, E. (1979): *Estructura y didáctica de las ciencias*, (Madrid, Servicios de Publicaciones del M.E.C.).
- GEGA, P. (1980): *La enseñanza de las ciencias*, (Buenos Aires, Paidós).
- GIMMENO SACRISTAN, J. y PEREZ GOMEZ, A.I. (1983): *La enseñanza: su teoría y su práctica*, (Madrid, Akal).
- HARWELL, J.M. (1982): *How to Diagnose and Correct Learning Difficulties in the Classroom* (New York, Parker).
- JOINT COMMITTEE ON STANDARDS FOR EDUCATIONAL EVALUATION (1981): *Standards for Evaluation of Educational Programs Projects and Materials*, (New York, McGraw Hill).
- LONG, J.C. y otros (1981): The Effects of a Diagnostic Prescriptive Teaching Strategy on Student Achievement and Attitude in Biology, *Journal of Research on Science Teaching*, 18:6 november pp. 515-523.
- LOPEZ ROMAN, J. (1981): *Fundamentos psicológicos de los programas renovados. Ciclo inicial medio y superior*, (Madrid, Escuela Española).
- MARSHALL, S.P. (1980): Procedural Networks and Production Systems in Adaptive Diagnosis *Instructional Science*, 2, mayo, pp. 129-143.
- MELTON, R.F. (1981): Individualized Learning Methods in Perspective, *Higher Education*, 10, pp. 403-423
- PALOMINO LÓPEZ-MENCHERO, A. (1981): *Diagnóstico del nivel de información en E.G.B.*, (Valladolid, Miñón).
- PAWLIK, K. y otros (1980): *Diagnosis del diagnóstico*, (Barcelona, Herder).

- ROMISZOWSKI, A.J. (1981): *Designing Instructional Systems. Decision Making in Course Planning and Curriculum Design*, (London, Kogan Page).
- SCALA ESTALELLA, J.J. y SANCHEZ NUÑEZ, A. (1983): *Teoría de sistemas y tecnología educativa*, Ponencia presentada en el I Congreso de Tecnología Educativa, Madrid 7-9 de abril.
- SHULMAN, L.S. y TAMIR, P. (1973): Research on Teaching in the Natural Sciences, en TRAVERS, M.N. (ED.): *Second Handbook of Research on Teaching*, (Chicago, Rand McNally).
- TEJEDOR, F.J. (1982): *Análisis de items en las pruebas de evaluación del rendimiento*, Mimeo, Universidad Complutense de Madrid.
- VEGA ALONSO M. (1981): *Estudio de los programas renovados de E.G.B. en el Area de las Ciencias de la Naturaleza*, Documentos Didácticos 1, (Salamanca, I.C.E. de la Universidad de Salamanca).

## Anexo I

### TEST DIAGNOSTICO EN CIENCIAS NATURALES

por

Eduardo García Jiménez

\* \* \*

#### LA NUTRICION

1. Aquí tienes una lista de palabras. Señala con una cruz las que sean nombres de vasos sanguíneos:

auricula	cava	pulmonar
plasma	capilares	sístole
arteria	aorta	hematíes
ventrículo	coronaria	vena

2. Cómo se limpia una herida.
3. Haz un resumen explicando como toman el alimento las plantas.
4. ¿Cómo se clasifican los mamíferos teniendo en cuenta sus formas de alimentación?.
5. ¿Por qué es mejor respirar por la nariz que por la boca?
6. ¿Cómo crees tú que podría disminuirse la contaminación del aire?

\* \* \*

#### LA REPRODUCCION

7. ¿Qué es la reproducción?
8. Coloca en orden lógico estas palabras: fecundación, parto, embarazo, niñez, adolescencia, vejez, edad adulta.
9. A continuación se presentan diversas situaciones, pero sólo en una de ellas se produce la fecundación ¿En cuál? (Subraya la respuestas correcta).
- El esperma no es introducido en la vagina.
  - El esperma es introducido en la vagina.
  - Un espermatozoide penetra en el óvulo.

10. Estos órganos sexuales son: (Subraya la respuesta correcta).

- a) de un hombre
- b) de una mujer
- c) de ninguno de los dos.



\* \* \*

### LOS VEGETALES

- 11. Tacha lo que no sea correcto en esta frase: Las plantas nacen, andan, crecen, sienten, mueren, emiten sonidos.
- 12. ¿Por qué no se debe dormir en un lugar cerrado donde haya plantas?

\* \* \*

### FUENTES DE ENERGIA

13. Relaciona estas dos series de palabras uniéndolas con flechas:

Sol	Nuclear
Agua	Hidráulica
Viento	Solar
Atomo	Eólica

- 14. ¿Por qué no podrá haber vida en la Tierra sin la luz del Sol?
- 15. Para que haya corriente en un circuito eléctrico el interruptor debe estar: (Subraya la respuesta correcta)
  - a) abierto
  - b) cerrado
  - c) desconectado
  - d) en paralelo
- 16. El descubrimiento de la brújula fue muy importante para el desarrollo de la navegación ¿Por qué crees que se inventó? (Subraya la respuesta correcta)
  - a) Por el deseo de enriquecimiento de los comerciantes en tierras desconocidas hasta entonces
  - b) Gracias al descubrimiento del polo Norte y el polo Sur
  - c) Por el interés del hombre de conocer y explicar los fenómenos de la naturaleza

\* \* \*

### ECOSISTEMA

- 17. Algunas lagunas están siendo secadas para construir urbanizaciones, ¿Cómo crees que este hecho puede cambiar la vida de los pájaros de esa zona?
- 18. Escribe una carta a los que incendian los bosques tratando de convencerles para que no actúen así.
- 19. ¿En qué ha influido el descubrimiento de la penicilina en la vida de los hombres?

\* \* \*

## APROVECHAMIENTO DE LAS FUENTES DE ENERGIA

20. ¿En qué han beneficiado las máquinas al hombre?  
21. ¿En qué crees que han perjudicado la vida del hombre las máquinas?

\* \* \*

## TECNICAS DE TRABAJO

22. Haz un dibujo de una planta o de un animal cualquiera. Señala y escribe el nombre de sus partes más importantes.  
23. ¿Qué instrumentos utilizarías para efectuar estas medidas?

### INSTRUMENTO

- Longitud de un bolígrafo \_\_\_\_\_
- Peso de un filete de carne \_\_\_\_\_
- Temperatura de la clase \_\_\_\_\_

24. Dibuja el instrumento apropiado para medir la temperatura.  
25. ¿Cómo construirías un electroimán?  
26. Haz una gráfica con los nombres de estos niños y sus respectivas alturas. Juan mide 1,20 m. Pedro 1,15 m. Dolores 1,45 m. Antonio 1,55 m. En el eje horizontal coloca sus nombres y en el eje vertical sus alturas uniendo cada nombre con su altura respectiva.