

LA RECUPERACION EDUCATIVA EN FISICA Y QUIMICA *

por FRANCISCO LÓPEZ RUPÉREZ
Instituto Experimental-Piloto «Cardenal Herrera Oria».
I.C.E. Universidad Autónoma de Madrid

Introducción

La masificación a la que en esta última década se han visto progresivamente sometidos, en nuestro país, los niveles de instrucción secundaria constituye un hecho incuestionable. El incremento del nivel de vida, la consideración de la educación superior como un elemento de promoción social y el notable aumento de la oferta estatal y gratuita de Enseñanzas Medias son, sin duda, algunos de los factores sociológicos responsables de dicho fenómeno. En una situación tal el Sistema Educativo en su conjunto se pone a prueba, se manifiestan abiertamente sus insuficiencias y se advierte una disminución de su nivel de eficacia interna.

Así, aun a pesar de la eliminación de «filtros externos» tales como el examen de Ingreso o la Reválida Elemental, una tasa de alumnos de EGB no inferior al 40 % de cada cohorte de edades ven cerrado su acceso al BUP al no alcanzar los niveles exigibles para la obtención del Graduado Escolar (Moncada, A. y otros, 1983). Por otra parte, datos referidos a la población de alumnos de Institutos de Bachillerato del curso 1981-82 sitúan el nivel del fracaso escolar en torno al 35 % en asignaturas tales como Física y Química o Matemáticas (López Rupérez, 1983a). Tomando en consideración la reconocida importancia del primer curso de BUP en orden a propiciar, ya sean abandonos, ya sean desviaciones hacia la Formación Profesional de Primer Grado, la magnitud de la anterior cifra es, sin duda alguna, considerable.

Al menos dos elementos pueden ser señalados como factores que afectan, decisivamente, a la evolución de la distribución de la población

* Comunicación presentada a los Coloquios Internacionales Universidad-Enseñanzas Medias, celebrados en la Universidad Complutense de Madrid en septiembre de 1983.

escolar en relación con el nivel de conocimientos y de dominio de destrezas, supuestamente reflejado en lo que denominamos «rendimiento escolar», deseable en cada etapa educativa; a saber, el rigor de los filtros y la eficacia de los métodos instructivos. Ambos operan en el mismo sentido sobre la distribución, aunque únicamente en la medida en que desplazan los valores centrales hacia mejores rendimientos. El primero lo hace a expensas de una *selección*; en tanto que el segundo lo consigue como resultado de una *promoción*. Pero cuando la acción de ambos factores sobre la población disminuye simultáneamente aparece un efecto sumativo cuya influencia se propagará a través de los diferentes niveles del sistema educativo mediante un mecanismo en el que, cuando menos, la rebaja en el umbral de rendimiento que establece la suficiencia está presente. Tal propagación, aunque atenuada, podría adquirir un carácter cíclico toda vez que los profesores de los niveles inferiores son regresados de los superiores. El proceso puede ser brusca y abruptamente interrumpido recurriendo, en un determinado nivel, a un sistema de «filtros duros» que permita a la Institución que lo practica la extracción de los mejores.

El anterior análisis podría muy bien explicar, al menos en parte, la situación de nuestro sistema educativo en el que los profesores de las diferentes etapas buscamos el origen de nuestros pobres resultados en las insuficiencias de la etapa que nos precede, y pone de manifiesto, una vez más, la influencia recíproca entre ellas.

Sin desdeñar la existencia de mecanismos de selección que responderán, obviamente, a planteamientos sociales, políticos o incluso técnicos (Llopis Castelló, 1983), la mejora de los sistemas instructivos y todo lo que ello conlleva constituye, sin duda, el procedimiento de elección a la hora de promover, preparar y dignificar al individuo como persona a través de la educación.

Se trata ahora de analizar, en este contexto, el papel y los procedimientos de la Recuperación Educativa y su influencia en el control del fracaso escolar apoyados en los resultados de una experiencia que se ha llevado a cabo durante el curso 1982-83 en el Seminario de Física y Química del I. B. Experimental-Piloto «Cardenal Herrera Oria», de Madrid. Finalmente nuevos sistemas de recuperación son propuestos y discutidos.

Necesidad de la recuperación educativa en Física y Química

Es claro que la Recuperación, en tanto que proceso reparador de las deficiencias del aprendizaje, se plantea cuando éstas han sido detectadas a través de los procedimientos de Evaluación programados. No obstante, a la hora de valorar el rendimiento se suelen establecer diferencias entre dos situaciones extremas que corresponden a lo que se denomina *rendimiento satisfactorio* y *rendimiento suficiente* (Bernardo y otros, 1972).

El primero hace referencia al nivel de posibilidades y aptitudes del alumno; el segundo implica la definición de unos niveles de instrucción mínimos que la sociedad establece a través de sus instituciones. Uno es, por tanto, personal y variable mientras que el otro tiene un carácter social y, en primera aproximación, fijo para cada asignatura y nivel educativo. El criterio de *satisfactoriedad* defendido por los pedagogos y reflejado en nuestra todavía vigente Ley General de Educación [1] es desplazado en la práctica, al menos en la Enseñanza Media, por el criterio de *suficiencia*. La propia categorización de las calificaciones parece incluso dictaminar que han de recuperarse los no suficientes.

Dicho criterio, que no equipara la situación del alumno en función de sus aptitudes frente a las diferentes materias, da lugar a que asignaturas con reconocidas dificultades intrínsecas introduzcan una fuerte discriminación entre los alumnos en relación con sus capacidades e intereses y generen una tasa máxima de fracaso. En tales circunstancias un adecuado planteamiento de los procedimientos de Recuperación se hace imprescindible. Este resulta ser el caso de la Física y la Química, asignaturas para las cuales al menos tres tipos de factores diferentes pueden ser identificados como elementos responsables de dificultades en el aprendizaje:

Factores de tipo científico.—Están relacionados con la propia naturaleza de las Ciencias Físicas así como con sus métodos. Las operaciones mentales que han de ponerse en juego en la interiorización y aplicación de un repertorio conceptual básico implican un tránsito bidireccional entre el nivel factual y el nivel formal y entrañan una mayor dificultad que la que supondría el moverse en cualquiera de estos dos planos por separado.

Factores de tipo psicopedagógico.—Tienen su origen en limitaciones aptitudinales dentro del colectivo de alumnos por un lado y en el tipo de factores anteriormente apuntado por otro. La evolución temporal de las capacidades cognitivas del ser humano sitúa a una cierta fracción de alumnos, variable con la edad, al margen de la posibilidad de manejar con soltura las operaciones mentales más características de las Ciencias Físicas (López Rupérez y otros, 1985) (Aguirre de Cárcer, 1983) (Chiappetta, 1976) (Shayer y Adey, 1984).

Factores de tipo didáctico.—Son de muy variada naturaleza e incluyen elementos tales como deficiencias en la herencia escolar, programas extensos y contenidos no siempre adecuados a la circunstancia individual y social del alumno, metodologías tradicionales no revisadas a efecto de mejorar tanto las condiciones como el producto del aprendizaje, etc.

Los factores que se acaban de señalar actúan, sin duda con diferente intensidad, sobre los alumnos de Física y Química hasta el punto de poner claramente en evidencia, en más casos de los deseables, que es preciso aportar una ayuda, un apoyo cuidadosamente programado, mediante una instrucción alternativa que permita corregir, en la mayor

medida posible, deficiencias del alumnado en lo que concierne a formación previa, destrezas intelectuales o incluso ritmo de aprendizaje. Por otra parte, la aplicación de un procedimiento efectivo de Recuperación, actuando a través de los individuos por él atendidos, contribuye a paliar los efectos negativos de aquellas deficiencias del Sistema Educativo cuya influencia se ejerce por medio de ese tercer grupo de factores anteriormente citados. Como apuntábamos en la introducción, se trata, en definitiva, de mejorar la calidad de la Enseñanza operando sobre uno de los aspectos de la variable método.

Aun cuando en diferentes puntos de la normativa legal vigente se hace referencia al establecimiento de enseñanzas de Recuperación [2], lo cierto es que el procedimiento de Recuperación al uso ha sido reducido, en la mayor parte de los casos, a un sistema de pruebas de «repesca» cuya inoperancia es ampliamente reconocida.

Algunos procedimientos de Recuperación

El aproximarse a una individualización didáctica constituye, sin duda, un objetivo deseable a la hora de diseñar cualquier sistema de Recuperación. Ello es consecuencia inmediata de la diversidad de posibles situaciones del recuperando que han ocasionado las insuficiencias en el aprendizaje detectadas mediante la evaluación. Así, errores acumulados o lagunas conceptuales no cubiertas pueden requerir un cierto tipo de enseñanza correctiva. Retrasos debidos a lentitud en el proceso de aprendizaje requerirán, asimismo, otro tratamiento que debe ser aún distinto del que corresponde a alumnos de rendimiento normal que «tropiezan» ocasionalmente e incluso por razones extraacadémicas. Además, el ritmo de aprendizaje requerido por un mismo alumno recuperando para cada una de las distintas secciones de la unidad de contenido a recuperar puede muy bien ser diferente. Sin embargo, muy pocos de los procedimientos habitualmente empleados incorporan el principio de individualización.

El *procedimiento magistral*, más frecuentemente usado, en el que un profesor auxiliar atiende los grupos de recuperación presenta algunos inconvenientes tanto teóricos como prácticos. En primer lugar y en términos generales, las expectativas del profesor respecto del grupo no van a ser las mismas que en condiciones normales; la retroalimentación alumno-profesor está disminuida y todo ello influye en la actitud de éste frente al grupo. Las situaciones de aprendizaje no son individualizadas y al repetir la estrategia didáctica del proceso de instrucción previo, se corre el riesgo de no salvar las dificultades del aprendizaje en el proceso de recuperación. Por otra parte, las enseñanzas de recuperación son impartidas en el Centro pero fuera del horario lectivo, lo que puede recargar peligrosamente el horario personal del alumno recuperando. Finalmente, el costo económico puede ser importante.

El *procedimiento monitorial*, en principio interesante por lo que su-

pone de participación de los propios escolares en las tareas educativas, presenta en los niveles de Instrucción Secundaria problemas de organización. La elección de los alumnos monitores, el compromiso de la responsabilidad mantenida en detrimento del libre empleo del tiempo propio y el seguimiento por parte del profesor de la acción monitorial sobre cada uno de los pequeños grupos de recuperación en marcha, constituyen sólo algunos de los problemas prácticos que tal procedimiento implica, que son tanto más relevantes cuanto mayor es el número de alumnos recuperandos.

El sistema de *trabajos dirigidos*, definido por un conjunto de actividades de recuperación propuestas por el profesor pero que el propio alumno realiza sin la intervención directa de aquél es, desde luego, un procedimiento al alcance de cualquier docente realmente preocupado por el rendimiento de sus alumnos y puede resultar efectivo para aquéllos con hábitos de estudio desarrollados. No obstante implica en cierta medida, un trabajo autónomo y el dominio de este tipo de destrezas constituye, de hecho, una meta terminal de la Enseñanza Secundaria. Por este motivo, su eficacia puede resultar limitada principalmente en los primeros cursos del Bachillerato. Por lo general, dicho procedimiento de recuperación tampoco contempla el problema de la existencia de diferencias individuales en los alumnos recuperandos.

La recuperación en el P.E.I.C.E.

En el marco del Proyecto de Aproximación a una Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales (P.E.I.C.E.) que para la asignatura de Física y Química 2.º de BUP se ha desarrollado a lo largo del curso 1982-83 en el Seminario de Física y Química del I. B. Experimental-Piloto «Cardenal Herrera Oría», de Madrid (López Rupérez y otros, 1984), ha sido ensayado un procedimiento de Recuperación coherente con la filosofía genérica característica de dicho proyecto.

El procedimiento de Recuperación instrumentado en el PEICE se apoya en el uso de ciertos materiales que, con el nombre de Cuadernos de Recuperación constituyen textos de Enseñanza Programada elaborados siguiendo un modelo polisecuencial o ramificado tipo Crowder (López Rupérez y otros, 1983). Cada Cuaderno de Recuperación está dividido en *secciones* (I, II, III, etc.); cada sección está formada por uno o más apartados o *conjuntos* (A, B, C, etc.) y éstos, a su vez, por diferentes *cuadros* o pasos (1, 2, 3, etc.). Cada paso consta de una cierta cantidad de información seguida del planteamiento de una situación en la que mediante una cuestión de opción múltiple se pone a prueba el grado de asimilación y manejo de dicha información conseguido por el alumno. Según sea la contestación, se le conduce por una u otra secuencia formada por uno o más pasos y adaptada a la situación que la elección de una opción determinada permite presumir.

Cada sección corresponde a una sesión continuada de trabajo, al

concluir la cual el alumno encuentra un *test parcial*. Al finalizar todas las secciones aparece un *test global*; las soluciones de todos los tests se hallan recogidas al final del Cuaderno. Los diferentes tests así ordenados permiten al alumno efectuar, por sí mismo, un seguimiento del proceso de recuperación.

Junto con el control objetivo de instrucción, que desvía hacia el proceso de recuperación a los alumnos que no sobrepasan unos niveles mínimos, y el Cuaderno de Recuperación, el sistema incluye un control objetivo de recuperación diferente del de Instrucción pero construido de forma que tanto el número de ítems como su distribución conceptual y taxonómica sean análogos.

TABLA I

	Número de alumnos pendientes tras el control de evaluación	Número de alumnos recuperados tras el control de recuperación	
Capítulo 1	112	53	
Capítulo 2	70	38	
Capítulo 3	116	48	
Capítulo 4	86	60	
Capítulo 5	15	11	
Número total alumnos: 201	Porcentaje medio de fracaso 39'8 %	Porcentaje medio de recuperación 52'5 %	Resto no recuperado 18'9 %

Datos extraídos de la Memoria final del P.E.I.C.E.

La tabla I recoge, de forma resumida, los resultados que corresponden a los seis grupos de 2.º de BUP (201 alumnos) del I. B. Cardenal Herrera Oria, todos los cuales han sido sometidos a la experiencia (López Rupérez, 1983b). Tales datos se refieren, únicamente, a los resultados de las pruebas objetivas para la unidad objeto de experimentación, no considerando a efectos de este cálculo otros elementos de valoración del rendimiento, tales como observación del trabajo del alumno en clase, trabajos de grupo, prueba abierta, etc., que el PEICE contempla. Los valores de los porcentajes medios son suficientemente elocuentes: un 52'5 % de los alumnos que suspenden son recuperados, lo que evidencia la enorme importancia que tiene el procedimiento de recuperación en orden a reducir, significativamente, el fracaso escolar cuando menos en el nivel y asignatura en los que se centró nuestra investigación. Por otra parte, la opinión claramente favorable de los alumnos, recogida de forma sistemática mediante una encuesta, nos permite concluir que además de eficaz, el procedimiento empleado es positivamente valorado

por sus destinatarios. Así, sobre una escala de calificación de 0 a 5 puntos, el material de recuperación alcanzó los 3'9 puntos con una desviación típica de 1'1 para una población de 201 alumnos encuestados.

En resumen, el Sistema de Recuperación ensayado con éxito en el PEICE recoge los siguientes elementos positivos que, en nuestra opinión, son conjuntamente responsables de su eficacia:

— Al tratarse de una Enseñanza Programada secuencia el aprendizaje en etapas cortas. Además se presta especial atención a los procedimientos algorítmicos.

— Utiliza el error como elemento didáctico proporcionando, en cierta medida, una enseñanza correctiva.

— La secuenciación ramificada de los pasos permite lograr un considerable grado de individualización didáctica que hace referencia no sólo al ritmo, como en el caso de los programas lineales, sino también a la eficacia en el aprendizaje relacionada con capacidad, nivel de formación previa, etc.

— Se aplica a nivel de capítulo, consiguiendo que el proceso de recuperación no se distancie en el tiempo del de instrucción.

— Incorpora una metodología alternativa, coherente con la individualización didáctica, pero diferente de la empleada en el proceso de instrucción.

— Los materiales de recuperación son autosuficientes y permiten al alumno seguir y controlar el proceso en su casa o en el Centro pero adaptándose, en cualquier caso, a sus disponibilidades de tiempo útil.

— El proseguir la secuencia ramificada del programa se asemeja a una especie de gymkhana que, en ocasiones, puede resultar incluso divertido.

Recuperación por ordenador

El ordenador electrónico está alcanzando los Centros de Enseñanza Media debido, en última instancia, a la drástica rebaja de los costos que hacen económicamente asequibles los Sistemas personales y a la creciente presión que la informatización de la sociedad ejerce sobre el mundo escolar. Aun cuando por ahora el planteamiento fundamental es el de «enseñar informática» en un tiempo relativamente corto, e impulsado desde ámbitos comerciales, va a entrar en juego ese otro planteamiento complementario de «aprender con informática».

La *enseñanza asistida por ordenador* (EAO) constituye la natural adaptación de la Enseñanza Programada a la oferta tecnológica del presente. Liberada del excesivo rigorismo de sus orígenes conductistas, las nuevas «máquinas de enseñar» pueden sustituir, con enorme ventaja, a los mejores «libros revueltos». Los actuales Sistemas Interactivos, trabajando en tiempo real, permiten el diálogo hombre-máquina dentro de

las limitaciones que la creatividad del programador y la versatilidad del lenguaje impongan y aportan toda su potencia a la hora de representar gráficos, simular situaciones físicas, regular la secuenciación o controlar el proceso de aprendizaje.

Aun cuando las relaciones profesor-alumno y alumno-alumno gozan de atributos no computerizables, el ordenador puede acudir en auxilio de ambos en múltiples ocasiones (Clemens Johnson, 1978). La recuperación constituye precisamente, en mi opinión, una buena oportunidad.

El Sistema de Recuperación por ordenador que se propone constaría, en esencia, de módulos EAO elaborados a razón de uno por capítulo y ejecutables desde configuraciones que incluyeran la posibilidad de representar gráficos en alta resolución. Su estructuración, correspondiente a un modelo ramificado, se realizaría de modo que, apoyados en los recursos que el ordenador ofrece, se llevara el principio de adaptación hasta sus últimas consecuencias en el sentido de guiar el aprendizaje de acuerdo con la capacidad y el ritmo de cada alumno. La posibilidad de vuelta atrás, el cómodo empleo de subrutinas especiales y la enorme ayuda de la representación gráfica fija o animada que permiten los microordenadores, constituyen recursos didácticos de indudable valor a la hora de superar las deficiencias surgidas en el proceso de instrucción previo, sobre cualquier aspecto teórico, práctico o incluso experimental. La evaluación tanto del producto como del programa de recuperación es, asimismo, una tarea que puede ser contemplada en el Módulo y asumida por el ordenador.

Los resultados de la observación esporádica, reforzados por los de una experiencia personal sistemática, ponen de manifiesto que el mundo del ordenador ejerce una auténtica fascinación sobre el adolescente, la cual tiene, indudablemente, una importante componente lúdica; elementos éstos de singular importancia para estimular o incluso desatar el factor motivacional que tan decisivo papel juega en la eficiencia de los procesos de aprendizaje.

Aun cuando la flexibilidad en la utilización de un Módulo EAO de Recuperación sería inferior que la de un Cuaderno de Recuperación al estar limitada por el horario del Centro y la disponibilidad de los equipos, podría ser progresivamente superior a la de un horario rígido de clases de Recuperación a medida que, como es de prever, el número de equipos del Centro o incluso del propio alumnado aumente.

Un estudio empírico de las ventajas de un procedimiento tal de Recuperación, apoyado en un diseño experimental rigurosamente planteado constituye, sin duda, todo un proyecto de investigación educativa cuyo desarrollo aportaría datos suficientes como para asumir, en este aspecto con ciertas garantías, el reto ineludible del futuro.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE DE CÁRCER, I. (1983) Dificultades en la comprensión de las explicaciones de los libros de texto de Física, *Enseñanza de las Ciencias* 1, 2, p. 92.
- BERNARDO, J.; GUILLEM, J. L.; DEL RÍO, D. (1972) *La recuperación educativa* (Madrid, Bruño).
- CLEMENS JOHNSON, M. (1978) *Utilización didáctica del ordenador electrónico* (Salamanca, Anaya).
- CHIAPPETTA, E. L. (1976) A Review of Piagetian Studies Relevant to Science Instruction at the Secondary and College Level, *Science Education* 60 (2), pp. 253-261.
- LÓPEZ RUPÉREZ, F. (1983, a) El fracaso escolar en Bachillerato y la Enseñanza Individualizada, *Suplemento Educación Diario El País*, p. 2.2 (Madrid).
- (1983, b) Memoria final del PEICE, Programas de Desarrollo de la Innovación e Investigación Educativas (Madrid).
- LÓPEZ RUPÉREZ, F.; BRINCONES, I.; GARROTE, R.; PALACIOS, C.; TOVES, D. (1983) *Proyecto de Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales. Introducción a las Ciencias Físicas*, volúmenes I y II (Madrid, Cantoblanco I.C.E. de la U.A.M.).
- LÓPEZ RUPÉREZ, F.; BRINCONES, I.; GARROTE, R.; PALACIOS, C.; SANTIN, C.; TOVES, D. (1984) Proyecto de Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales. Análisis de una experiencia, *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 1, pp. 3-14.
- LÓPEZ RUPÉREZ, F.; PALACIOS, C.; BRINCONES, I.; GARROTE, R. y GONZÁLEZ, J. (1985) Pensamiento formal y rendimiento en Física. Análisis de la validez del test de Longeot por referencia a tests de rendimiento, *Enseñanza de las Ciencias* (pendiente de publicación).
- LLOPIS CASTELLÓ, R. (1983) El problema de la selectividad y su repercusión en la Enseñanza Secundaria, *Ponencia Jornadas sobre el acceso a la Universidad*: abril (Madrid, U.A.M.).
- MONCADA, A.; MUÑAGORRI, J. M.; ORDOVAS, R. (1983) Flujos en el Sistema Educativo. Retrasos y abandonos. Efectos sobre la selectividad, *Comunicación Jornadas sobre el acceso a la Universidad*: abril (Madrid, U.A.M.).
- SHAYER, M.; ADEY, P. (1984) *La Ciencia de Enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del curriculum* (Madrid, Narcea).

NOTAS

- [1] LEY GENERAL DE EDUCACIÓN Y FINANCIAMIENTO DE LA REFORMA EDUCATIVA (1970) Art. 19 (Madrid, M.E.C.); Preámbulo Decreto 2.618/1970, «B.O.E.» 19-12-70.
- [2] Preámbulo Decreto 2.618/1970, de 22-8-70 («B.O.E.» 19-12-70).

SUMARIO: En el presente trabajo, tras analizar algunas de las causas que hacen necesario el diseño y aplicación de procedimientos efectivos de recuperación en la Enseñanza Secundaria, se revisan algunos de ellos, se describe el método incorporado al Proyecto de Aproximación a una Enseñanza Individualizada de Ciencias Experimentales (PEICE) y se presentan los resultados obtenidos. Finalmente el papel de la Recuperación mediante enseñanza asistida por ordenador es discutido.

Descriptores: Educational Recovery in Physical Sciences.