

# INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS

ANÁLISIS DE LA RELACION QUE HAY ENTRE EL NIVEL DE DESARROLLO  
COGNITIVO DE LOS ALUMNOS Y SU RENDIMIENTO ESCOLAR

JOSE PABLO SAURA SOLER (\*)  
ANTONIO GARCIA DE LAS BAYONAS CAVAS (\*\*)

## INTRODUCCION

Es evidente que la tecnología educativa avanza a un ritmo cada vez más acelerado; cada día aparecen nuevas técnicas y proyectos que inundan de experiencias el sistema educativo. Todo ello se produce junto a una intensa actividad de reforma de los diferentes niveles que, por supuesto, se encamina a mejorar la educación. En medio de todo este proceso se encuentra el profesor; éste, en un corto espacio de tiempo, se ha visto invadido por estas reformas, por la introducción de avanzadas tecnologías como la informática y el video, por la creación de centros de perfeccionamiento del profesorado, la proliferación de grupos de trabajo, cada vez mayor número de publicaciones y revistas en las que aparecen nuevos métodos de educación y experiencias didácticas, etc.

Antes, cuando el período de tiempo que transcurría entre dos acontecimientos relevantes era suficientemente amplio, éstos se asimilaban con relativa facilidad; sin embargo, en el momento actual, dada la rapidez con que se producen los acontecimientos, es prácticamente imposible asimilar todas las innovaciones que aparecen y esto, sin lugar a dudas, genera intranquilidad en el profesorado, que, al mismo tiempo, se debe mantener al día y formalizar un cierto curriculum fundamental para su promoción e intereses personales.

Todo lo anteriormente expuesto puede hacer que el profesor pierda de vista el objeto fundamental de la educación: los alumnos. Es evidente que a la hora de la verdad el profesor se encuentra con éstos en el aula y debe llevar a la praxis todo aquello que ha aprendido teóricamente. No cabe duda de que la mayor parte del profesorado de Enseñanzas Medias y gran parte del de Educación General Básica han recibido una formación excesivamente científica, muy poco orientada a los aspectos didácticos y metodológicos y, mucho menos, al conocimiento de los alumnos que están a su cargo. Todo ello hace que las aptitudes del profesorado

---

(\*) Grupo Johann Kepler.

en el ejercicio de la docencia se manifiesten reproduciendo los esquemas en los que han sido educados; es decir, la clase tradicional, en la que importan muy poco los alumnos a los que va dirigida y, sin embargo, es fundamental impartir el currículum en su totalidad. Esta situación hace que la herramienta básica del profesorado sea el libro de texto.

Los dos aspectos mencionados son de suma importancia. En cuanto al profesorado, estudios realizados por Daniel Gil (1985) ponen de manifiesto que es fundamental un cambio en profundidad del pensamiento del profesorado; un cambio metodológico, actitudinal y didáctico que, al mismo tiempo, es indisociable de la innovación y el desarrollo curriculares. Driver (1986), siguiendo esta misma línea de investigación, indica que en nuestra actual comprensión de la forma en la que se produce el aprendizaje es necesario un cambio en profundidad de la forma de enseñanza, pasando de la mera transmisión de conocimientos a una orientación en la que los estudiantes son orientados a construir sus propios significados. En cuanto a los libros de texto, estudios realizados por Aguirre de Cárcer (1983) sobre textos de Física y Química de segundo de Bachillerato han demostrado que más del 80 por 100 de las explicaciones no están al alcance de los alumnos. Moreno Montero (1985), en esta línea de investigación, ha encontrado que el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos no es el adecuado para asimilar las explicaciones que se encuentran en estos textos.

Es evidente que las nuevas tecnologías educativas no son otra cosa que instrumentos para que los alumnos alcancen con mayor facilidad y eficacia los conocimientos y destrezas que deben dominar. Sin embargo, no hay que olvidar los dos aspectos claves del proceso educativo: por una parte, el currículum, que incluye los conceptos y destrezas que se deben enseñar, así como el método de enseñanza utilizado; por otra, no menos importante, el grupo de alumnos a los que va dirigida esa enseñanza (Shayer, 1981). De nada nos serviría enseñar a los alumnos determinados conocimientos con tecnologías muy avanzadas si su nivel de desarrollo cognitivo no fuera el adecuado para asimilar esos conceptos.

Nosotros consideramos que lo importante son los alumnos y que el currículum se debe adaptar a ellos. No obstante, ésta es una de las posibles opciones; en otros casos, en los que la enseñanza es muy selectiva, lo importante es el currículum, porque interesa seleccionar a los alumnos según sus capacidades. Sin embargo, en los niveles de enseñanza primaria, así como en los primeros cursos de la enseñanza secundaria, cada vez son menos los países que tienen sistemas educativos segregados; imponiéndose los integrados, en los que la práctica totalidad de los alumnos recibe la misma enseñanza.

Nuestra experiencia como docentes, así como numerosos trabajos que se citan en la bibliografía que aparece al final del artículo nos indican que hay un abismo entre lo que el profesor pretende enseñar y las capacidades de los alumnos para asimilar estos conceptos. No cabe echar la culpa de esta situación al profesorado, y mucho menos al alumno, sino a un sistema educativo que no ha sabido dotar al profesor de las habilidades y técnicas necesarias para enfrentarse con éxito a su labor cotidiana, pero que, sin lugar a dudas, está dando pasos importantes para do-

tarlo de los instrumentos necesarios que le permitan llevar a cabo su labor con suficiente aprovechamiento.

En este trabajo pretendemos conseguir varios objetivos. Por un lado, queremos ofrecer al profesorado que se dedica al área de Ciencias Experimentales una herramienta útil para conocer el aspecto psicoevolutivo de sus alumnos; es decir, que le permita conocer los diferentes niveles de comprensión de cada uno y, con ello, pueda diseñar el currículum adecuado. Por otro lado, con objeto de averiguar el nivel con el que los alumnos finalizan la Educación General Básica y se incorporan a las Enseñanzas Medias, hemos realizado un estudio en diversos colegios, previamente seleccionados, que atienden poblaciones tanto rurales como urbanas, en los que se ha medido el nivel de desarrollo cognitivo de cada alumno. Para conseguir esto hemos aplicado unas pruebas, *Science reasoning task*, que más adelante se describen (Shayer, 1981).

Por otra parte, como los alumnos que finalizan la Educación General Básica, debido a la repetición de cursos, lo hacen a los trece, catorce o quince años, hemos hecho un estudio comparativo de los niveles de desarrollo cognitivo en cada una de las edades, así como en las diversas poblaciones. También comparamos los resultados que hemos obtenido con los de otros estudios realizados en este país y que se encuentran en la misma línea de investigación (Aguirre de Cárcer, 1981 y 1983; Ascona, 1986; Grapi, 1987; Hierrezuelo, 1988). Por último, hemos averiguado las calificaciones de los alumnos al finalizar la educación básica (obtención, o no, del título de Graduado Escolar), con objeto de comparar esos resultados con sus niveles de desarrollo cognitivo.

Para conseguir los objetivos que nos hemos propuesto y poder llegar a todos los profesionales de la enseñanza que no estén familiarizados con la psicología evolutiva es imprescindible hacer alusión, aunque sea brevemente, a la teoría de Piaget sobre la naturaleza de la inteligencia. La bibliografía que hay sobre este tema es amplia (y al final haremos mención a ella); sin embargo, consideramos de gran interés el libro *De la lógica del niño a la lógica del adolescente* (Piaget, 1972) como fuente fundamental para aquellos profesionales interesados en esa línea de investigación. Además, describimos los instrumentos que hemos utilizado y los problemas que hemos encontrado al aplicarlos, así como las dificultades encontradas al corregirlos. Por consiguiente, antes de entrar en el análisis de los resultados obtenidos haremos unos breves comentarios sobre la teoría de Piaget, con objeto de exponer con claridad los términos que se utilizan en este trabajo.

## UNAS LINEAS SOBRE LA TEORIA PSICOEVOLUTIVA DE PIAGET

En el conocimiento del sujeto de la educación, que puede tener muchas facetas, nos detendremos en la naturaleza de la inteligencia, que, bajo el punto de vista de los profesionales dedicados a este campo de investigación, se considera fundamental en cualquier estudio sobre el aprendizaje. El eje fundamental de la teoría de Piaget se basa en la idea de los estudios psicoevolutivos. Según ella, el niño desarrolla una serie de estructuras mentales, formas de pensar y conocer, caracte-

rísticas de cada estadio, que evolucionan a lo largo de su crecimiento. La calidad de ese pensamiento y el modo de ordenar los datos aportados por los sentidos son diferentes en cada una de las etapas. Evidentemente, cuanto mayor sea el nivel de desarrollo cognitivo alcanzado, tanto mayor será la capacidad del sujeto para procesar la información recibida y también, por supuesto, la capacidad de procesar información cada vez más compleja. Es conveniente destacar que la población escolar no es homogénea; no todos los niños a una misma edad se encuentran en el mismo nivel de desarrollo. Los factores que determinan esta circunstancia pueden ser muchos y complejos y, desde luego, no entraremos en ellos. Sin embargo, estudios realizados por Karplus (1975), y corroborados por nosotros en este trabajo, ponen de manifiesto que uno de los factores que más influyen en el nivel de desarrollo cognitivo es el nivel socioeconómico de la muestra.

Piaget propone los siguientes estadios psicoevolutivos:

1. Preoperatorio
- 2A. Concreto inicial
- 2A/2B. Transición del concreto inicial al avanzado
- 2B. Concreto avanzado
- 2B/3A. Transición del concreto al formal
- 3A. Formal inicial
- 3B. Formal avanzado

Los estadios que nos interesan, por las edades de los alumnos que vamos a tratar, abarcan desde el inicio de las operaciones concretas hasta el avanzado de las operaciones formales; aproximadamente entre los diez y los dieciséis años. Piaget estableció la edad más probable del inicio de las operaciones formales entre los once y los catorce años y el dominio completo, entre los quince y los dieciséis. No obstante, numerosos estudios posteriores indicaron que buena parte de los adolescentes de diferentes países no razonaban formalmente (Chiapetta, 1976). Piaget (1972), ante esta evidencia, rectificó indicando que su muestra era de los mejores colegios de Ginebra y no era representativa.

Los alumnos más jóvenes y retrasados se limitan al nivel de las operaciones concretas; los de más edad y preparación utilizan el pensamiento formal, que se caracteriza por el uso de conceptos abstractos y el análisis de problemas en los que intervienen dos o más variables. Es evidente que el salto de un nivel a otro no se produce de forma inmediata, sino a través de una serie de subestadios que representan los estadios de transición entre los diferentes niveles. Se ha constatado también, y así lo demuestran diferentes investigaciones (Lawson, 1975; Gabel, 1978), que los sujetos que se encuentran en un determinado nivel no son capaces de resolver situaciones en las que sea necesaria la utilización de estructuras cognitivas superiores.

El pensamiento concreto tiende a considerar todas las asociaciones como si fueran relaciones de equivalencia; es decir, si  $B$  ocurre con  $A$ , entonces  $A$  ocurrirá con  $B$  (Shayer, 1981). Las reglas para las relaciones de equivalencia son las mismas que para las relaciones causales. Un claro ejemplo en el que puede actuar el pensamiento concreto es la conocida ley de Hook:  $x = km$ ; donde  $x$  es el

estiramiento que se produce en el muelle;  $m$ , la masa que cuelga del mismo y  $k$ , la constante elástica. En ella existe una proporcionalidad directa entre la masa y el estiramiento que se produce; se trata de un problema con una sola variable independiente que, en definitiva, es una simple relación de equivalencia: a mayor masa, mayor estiramiento; y a la inversa, si se reduce la masa, el estiramiento es menor.

Otro ejemplo claro de proporcionalidad directa es el del péndulo. Es conocida por todos la relación que hay entre la longitud de éste y su período de oscilación; sin embargo, sabemos que es muy difícil que los alumnos lleguen a esta conclusión, ya que ante ellos aparece la masa y la amplitud de la oscilación como sugestivas variables que pueden influir en el período de oscilación. Por último, antes de empezar con el pensamiento formal comentaremos algunos aspectos que los alumnos deben ser capaces de realizar en este nivel psicoevolutivo: deben realizar clasificaciones y generalizaciones basadas en propiedades observables —por ejemplo, clasificar un conjunto de materiales en conductores o aislantes eléctricos, una vez comprobadas sus propiedades en un circuito eléctrico; reconocer que todos los perros son mamíferos, pero que todos los mamíferos no son perros, etc.—. También deben haber adquirido la idea de conservación —por ejemplo, al pasar una cierta cantidad de líquido de un recipiente a otro distinto, la cantidad de líquido permanece constante, etc.— (Aguirre de Cárcer, 1981).

En el pensamiento formal, como ya hemos indicado, el alumno no es capaz de resolver situaciones en las que intervienen dos o más variables; en el ejemplo del péndulo hemos observado que el hecho de que dos aspectos estén asociados no define el tipo de relación entre ellos y que se requiere una nueva investigación para tomar una decisión. Otro ejemplo claro en el que interviene el pensamiento formal en la relación que hay entre la presión, el volumen y la temperatura de un gas. Es evidente que para conocer cualquier cambio en las condiciones del gas es necesario manejar estas tres variables: por ejemplo, un aumento de la temperatura producirá un aumento de volumen si la presión se mantiene constante; sin embargo, si la presión también aumenta, es posible que se produzca una disminución en el volumen si el incremento de la presión es suficiente para compensar el de la temperatura. Por último, en el estadio del pensamiento formal el alumno debe ser capaz de dominar todo lo del estadio concreto, pero con la intervención de propiedades que no son observables; debe establecer e interpretar relaciones funcionales en forma matemática, reconocer la necesidad de un diseño experimental que controle todas las variables, excepto aquella que se esté investigando, etc. (Aguirre de Cárcer, 1981).

Finalmente, para concluir con este apartado, hemos de decir que todos los conceptos que se manejan en Ciencias Experimentales tienen que ver con todo lo anteriormente expuesto, lo que justifica la necesidad de que el profesor conozca perfectamente tanto la complejidad del currículum como el nivel de desarrollo cognitivo de sus alumnos.

## LAS TAREAS RAZONADAS EN CIENCIAS

El procedimiento directo de medida del nivel de desarrollo cognitivo lo constituyen, dentro del marco de la teoría de Piaget, las entrevistas clínicas individuales de los sujetos. Este procedimiento de medida presenta inconvenientes cuando se quiere estudiar una muestra muy amplia; por lo que se han desarrollado diferentes tipos de tests (Bart, 1972; Lawson, 1978; Shayer, 1979; Longeot, 1965) que pretenden medir lo mismo, pero con mayor agilidad, aun a costa de una cierta pérdida de validez. Dentro de estas pruebas encontramos las *Tareas Razonadas en Ciencias* (Shayer, 1979), que tienen por objeto evaluar la capacidad de utilización de estrategias de razonamiento concreto y formal en niños y adultos. Mediante el uso de estas pruebas podemos determinar el nivel piagetiano óptimo de un sujeto sin necesidad de recurrir a la entrevista individual. Al mismo tiempo, la visualización por los alumnos de los aparatos que intervienen en las pruebas les proporciona un *feedback* esencial. Estas pruebas se pueden utilizar por profesores de ciencias sin ningún tipo de entrenamiento en estudios piagetianos; asimismo, se pueden emplear como ayuda en el desarrollo curricular de la enseñanza de las ciencias, seleccionando aquellos contenidos que sean más apropiados para el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos.

Por otra parte, a la hora de elaborar el propio currículum, las *Tareas Razonadas en Ciencias* permiten al profesor la selección de objetivos y actividades que sean realistas y estimulantes. Cabe decir, por último, que la diferencia fundamental entre éstas y los tests de cociente intelectual radica en que las primeras no hacen referencia a la edad y dan una medida absoluta del desarrollo cognitivo y que con la información suministrada por éstos últimos no es posible determinar la forma en la que el sujeto resolverá ciertos problemas de ciencias.

Las *Tareas Razonadas en Ciencias* constan de una batería de siete pruebas que se describen a continuación. La primera, denominada «Relaciones espaciales», está basada en la obra de Piaget e Inhelder (1956) *El concepto de espacio en el niño*; trata de investigar la capacidad del niño para percibir la verticalidad, la horizontalidad y la perspectiva en un dibujo. Es una prueba apropiada para los alumnos más jóvenes, desde el nivel del pensamiento preoperatorio al de las operaciones concretas. La segunda, denominada «Volumen y peso», está basada en la obra de Piaget e Inhelder (1974) *La construcción de cantidades en los niños*; trata de investigar la posesión de los conceptos de conservación de la masa y conservación del volumen, así como del desplazamiento de agua y el concepto analítico de densidad. Esta prueba cubre desde el subestadio avanzado del pensamiento preoperatorio hasta el inicial de las operaciones formales. La prueba tercera, denominada «El péndulo», investiga la capacidad del alumno para controlar los efectos de tres variables (longitud, peso e impulso) sobre el período de oscilación de un péndulo. Desde luego, sólo la longitud es importante, pero el estudiante debe superar fuertes preconcepciones para caer en esto. Para lograrlo el alumno debe ser capaz de diseñar experimentos que controlen las variables adecuadas y de hacer las correspondientes deducciones. Esta prueba está basada en el capítulo IV de la obra de Inhelder y Piaget (1958) *El desarrollo del pensamiento lógico*. Esta es la primera de las pruebas que cubre todo el estadio de las operaciones formales y se puede utilizar para evaluar la ca-

pacidad de los alumnos desde el subestadio de las operaciones concretas hasta el avanzado de las operaciones formales.

La cuarta prueba, denominada «Equilibrio en la balanza», está fundamentada en el capítulo XI de la obra antes citada e investiga la capacidad del alumno para reconocer y usar proporciones inversas en una balanza. Piaget manifiesta que un alumno que se encuentre en el estadio del pensamiento formal avanzado puede interpretar el problema en términos de «trabajo virtual»; por lo que al final de la prueba se introduce el principio del trabajo.

La quinta prueba, denominada «El plano inclinado», se basa en el capítulo XII de la obra antes citada e investiga la capacidad del alumno para reconocer y utilizar proporciones inversas en el caso de un cochecito colocado sobre un plano inclinado e inmovilizado por un peso que cuelga pasando por una polea. La comprensión completa del problema es posible únicamente en términos del principio del trabajo.

La sexta prueba, denominada «Combinaciones químicas», consiste en dos investigaciones basadas en los experimentos descritos por Inhelder y Piaget en el capítulo VII de la obra ya citada. La experiencia consiste en mezclar delante de los alumnos soluciones desconocidas. La aparición, no aparición o desaparición de un color sirve de base para pedir a los alumnos que investiguen la naturaleza de los líquidos. Su estadio evolutivo se juzga a partir de su capacidad para utilizar el razonamiento combinatorio, sacar conclusiones válidas y diseñar estrategias de comprobación adecuadas.

La séptima prueba, denominada «Varillas flexibles», investiga la capacidad de los alumnos para controlar los efectos de cinco variables que afectan a la flexibilidad de las varillas metálicas: longitud, grosor, forma, material y peso. Las cuatro últimas pruebas se pueden utilizar para evaluar la capacidad de los alumnos desde el subestadio de las operaciones concretas hasta el avanzado de las operaciones formales.

La prueba que hemos utilizado en este trabajo es la de «Volumen y peso». Los dos primeros ítems de esta prueba se refieren al clásico vertido de agua que aparece en el capítulo I del libro *El concepto de número en el niño* (Piaget, 1952). El siguiente ítem trata de la conservación de la sustancia y consiste en la transformación de granos de maíz en palomitas, verificada dentro de clase. Los siete ítems siguientes implican conceptos intuitivos de desplazamiento de agua y de densidad, basados en la inmersión de un bloque de plastilina en el agua contenida en unas probetas, de modo que, a continuación, una vez modificada la forma de la plastilina, se vuelve a sumergir. El siguiente ítem invita a los alumnos a sopesar un bloque de plastilina y otro de acero de las mismas dimensiones; después se les pide que comparen la cantidad de agua derramada cuando se sumergen los dos bloques. Los tres últimos ítems exigen para su solución el concepto analítico de densidad.

En términos generales, a los alumnos les resultó entretenida la prueba, por lo que no fue necesario un gran esfuerzo para concentrar su atención. Con toda seguridad las características del test, en el que se manejaba frente a ellos todo el ins-

trumental implicado en el mismo, actuó como elemento motivador. Tal como recomiendan los autores de la prueba, es fundamental que los alumnos entiendan perfectamente lo que se les pregunta; en este sentido, se les preguntó varias veces después de cada cuestión si había alguien que no lo hubiera entendido, ya que el miedo al ridículo por parte de algunos alumnos actuaba negativamente. Hubo que esforzarse en recalcar que la prueba no era ningún examen puntuable; a pesar de ello, no se pudo evitar la tendencia de algunos alumnos a mirar al compañero. La colaboración de sus profesores y la adecuada separación de pupitres minimizaron el riesgo.

La cuestión número tres implicaba el hecho de tener que fabricar *in situ* palomitas de maíz. Calibramos el resentimiento que sufriría el *feedback* al llevar las palomitas hechas a clase; y dado que por esta zona todo el mundo conoce de sobra cómo se hacen las palomitas de maíz, optamos por mostrar a los alumnos un grano de maíz y una palomita que supuestamente había salido de él, evitando el engorro de tener que desplazarse con todos los enseres necesarios para la fabricación de aquéllas.

Quizá fue la cuestión número doce la que exigió un mayor esfuerzo para ser transmitida a los alumnos. A muchos les costaba trabajo superar la creencia incorrecta de que era la caja de  $10 \times 10 \times 10$  la que se introducía en la de  $20 \times 10 \times 10$  y concluir que si estaban dibujadas una encima de la otra, era únicamente para que se compararan sus volúmenes.

A la hora de corregir la cuestión catorce (nivel 3A) nos encontramos que a pesar de ser una de las cuestiones de mayor nivel cognitivo, había un gran número de alumnos que, aunque se encontraban en estadios de desarrollo cognitivo inferiores al 3A, presentaban una respuesta correcta. Evidentemente estos alumnos no mostraban en el planteamiento exigido una utilización correcta de la relación peso/volumen, sino que, dado el enunciado de la cuestión, utilizaron por inercia la regla de tres, ya que estaban acostumbrados a utilizarla en problemas similares de matemáticas.

## DESCRIPCION DE OTROS TRABAJOS REALIZADOS EN ESTA LINEA DE INVESTIGACION

En este apartado describiremos otros trabajos realizados en España y que se encuentran en esta línea de investigación. Haremos primero un breve comentario de cada uno de ellos y más adelante efectuaremos las comparaciones oportunas. Los trabajos se pueden clasificar en dos grupos. Los primeros utilizan el *Test de Longeot* (1965) para medir el nivel de desarrollo cognitivo. Dicho test es una prueba de papel y lápiz que consta de cuatro partes: cinco preguntas de inclusión de clase, seis preguntas de lógica de proposiciones, nueve preguntas de razonamiento proporcional y probabilístico y cuatro preguntas de razonamiento combinatorio. El segundo grupo utiliza las *Tareas Razonadas en Ciencias*, ya descritas anteriormente.



Dentro del primer grupo se encuentran los trabajos realizados por Aguirre de Cárcer (1981 y 1983). En el primero, titulado *La enseñanza de las ciencias y la teoría de Piaget* (1971-1981), pretende clarificar el dominio de explicación y aplicación de la teoría de Piaget en la enseñanza de las asignaturas científicas en los niveles secundarios y en el primer ciclo universitario. El trabajo muestra también lo que la teoría de Piaget es capaz de explicar en relación con algunos problemas con los que los profesores de ciencias se enfrentan diariamente e intenta justificar la necesidad de una investigación educativa ligada a las teorías del aprendizaje.

En este trabajo se aplicaron las pruebas a dos muestras de alumnos para determinar sus niveles de razonamiento. La primera se pasó a 112 alumnos de 1.º de BUP del Instituto de Bachillerato «Matemático Puig Adam», de Getafe, en octubre de 1980 y se encontró que el 28,5 por 100 daba respuestas concretas, el 17,8 por 100 se encontraba en el estadio de transición concreto-formal y el 43,7 por 100 daba respuestas formales. La segunda muestra la formaron 61 alumnos de 2.º de BUP del mismo instituto; la prueba se pasó en la primavera de 1980 y los resultados obtenidos fueron: un 21 por 100 de respuestas concretas, un 16 por 100 de transición y un 54 por 100 de respuestas formales. Estos resultados, según el autor, ponen de manifiesto las pocas posibilidades que una gran mayoría de alumnos tiene cuando se enfrenta a situaciones que requieren la utilización del razonamiento proporcional y combinatorio en contextos mucho más complejos que los de estas pruebas.

El segundo de los trabajos, denominado *Dificultades en la comprensión de los libros de texto de física*, trata de analizar si las exigencias cognoscitivas de esos libros están de acuerdo con los niveles de desarrollo cognitivo de los alumnos que los utilizan, ya que la física y la química que transmitimos exigen el razonamiento formal. El autor pasó la prueba a una muestra de 196 alumnos de 2.º de BUP del Instituto de Bachillerato «Cardenal Herrera Oria» en octubre de 1982 y obtuvo un 7,1 por 100 de respuestas concretas, un 63,7 por 100 de transición y un 30,1 por 100 de respuestas formales. El autor indica que los resultados obtenidos son similares a los encontrados en otros lugares como Norteamérica y Europa.

Dentro del segundo grupo (los que utilizan las *Tareas Razonadas en Ciencias*) vamos a hacer mención de los estudios realizados por Ascona (1987), Hierrezuelo (1988) y Grapi (1987). En el primero de ellos se hace un estudio de la evolución del razonamiento en Ciencias Experimentales en la población escolar de once a dieciséis años en la zona de Irún-Hondarribia durante el curso 84/85. Se seleccionaron once centros que abarcaban el ciclo superior de la Educación General Básica y los dos primeros cursos de la secundaria de centros públicos, privados e ikastolas. Se pasó la prueba de «Volumen y peso» a un total de 1035 alumnos. Los resultados obtenidos se resumen como sigue: En el nivel de transición concreto-formal (2B/3A) se observa una evolución pronunciada entre los once y los trece años antes y después se da un nuevo crecimiento, seguido de una estabilización en los años posteriores. En cuanto al nivel formal inicial (3A), se observa una evolución más lenta; al final sólo un 15 por 100 de los alumnos de diecisiete años lo alcanza. Por otro lado, la mayoría de los alumnos del ciclo superior de la enseñanza básica se encuentra en el nivel concreto avanzado 2B (41 por 100),

mientras que en EEMM el mayor porcentaje de alumnos (45 por 100) está en el estadio de transición concreto formal. Por último, se encuentra que entre los catorce y los diecisiete años se produce un estancamiento evolutivo que, según los autores, se puede explicar por dos razones: la primera, debido al gran número de repetidores (lo que adultera la muestra); la segunda, por la aplicación de metodologías poco ajustadas al nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos y propensas a la memorización.

El segundo trabajo (Hierrezuelo, 1988) aplica los tests de «Volumen y peso», «El péndulo» y «Equilibrio en la balanza» a una muestra de 61 alumnos de 2.º de BUP del Instituto de Bachillerato «Jorge Guillén», de Torrox; a 208 alumnos del mismo curso del Instituto de Bachillerato «Reyes Católicos», de Vélez Málaga, y a 25 alumnos de 3.º de BUP de este último centro. Los resultados que obtiene indican claramente que sólo un pequeño porcentaje de alumnos de 2.º de BUP domina las operaciones formales (10 por 100); la mayoría se encuentran en una etapa intermedia (en torno al 80 por 100) y un pequeño porcentaje tiene dificultades en el dominio de las operaciones concretas. En cuanto a los resultados de 3.º, con las reservas de lo reducido de la muestra, encuentran que prácticamente no hay variación desde el principio al final del curso; por lo que es posible inducir que la evolución en el desarrollo cognitivo en la edad de 16-17 sea más lenta que un año antes.

Finalmente, Grapi (1987) hace un estudio del nivel de desarrollo cognitivo en alumnos de Educación General Básica y Bachillerato, aplicando el test «Volumen y peso» a una muestra de 152 alumnos de 8.º de EGB y a otra de 105 de 1.º de BUP de centros tanto públicos como privados de la zona de Sabadell. Los resultados que obtiene en EGB son: el 23,7 por 100 de los alumnos no domina las operaciones formales, en el nivel 2B hay un 36,2 por 100 de la muestra, en el 2B-3A hay un 32,9 por 100 y en el 3A, un 7,2 por 100. Para primero de BUP estos resultados se traducen en un 24,8 por 100, un 21,9 por 100, un 34,3 por 100 y un 19 por 100, respectivamente.

Todos los trabajos expuestos anteriormente tratan del nivel de Bachillerato y sólo dos analizan también la segunda etapa de la Educación General Básica. Únicamente Grapi (1987), al igual que nosotros, analiza el nivel de 8.º. En el siguiente apartado haremos las comparaciones oportunas.

En cuanto al nivel de Bachillerato encontramos algunas discrepancias: mientras que Aguirre de Cárcer obtiene en sus dos trabajos que entre un 30 y un 50 por 100 de los alumnos de segundo tienen un razonamiento formal, para los otros tres este porcentaje se sitúa entre un 10 y un 20 por 100 (hay que tener en cuenta que en ambos casos se pasaron pruebas diferentes). En líneas generales, los resultados obtenidos por los autores que han utilizado las *Tareas Razonadas en Ciencias* son muy similares; lo que pone de manifiesto la fiabilidad de los tests.

## RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSION

La muestra se ha formado con 413 alumnos del octavo nivel de EGB de los colegios que se relacionan más adelante. El número de alumnos a los que se pasó la prueba en cada colegio aparece en la tabla 1.

El Colegio Público «Santiago Apóstol», de Yeste, es un colegio comarcal, de cuatro unidades de Preescolar y dieciséis de EGB, situado en plena Sierra del Segura en la provincia de Albacete.

Los Colegios Públicos «La Aceña» y «Ginés García Martínez», de Mazarrón, son colegios con 2/8 y 2/9 unidades de Preescolar/EGB respectivamente, situados en un pueblo próximo a la costa de la provincia de Murcia.

El Colegio Público «Manuela Romero», de Puerto de Mazarrón, es un colegio comarcal de cinco unidades de Preescolar, diecisiete de EGB y una de Educación Especial, situado en un pueblo de la costa de la provincia de Murcia.

Los Colegios Públicos «Herrerías», de La Unión; «San Isidoro», de El Algar y «San Fulgencio», de Pozo Estrecho, son colegios de 2/11/0, 4/20/1 y 4/17/1 unidades de Preescolar/EGB/EE respectivamente, situados en la provincia de Murcia.

Los Colegios Públicos «San Antonio Abad», «San Francisco Javier», «San Isidoro y Santa Florentina», «Concepción Arenal» y «Mare Nostrum» son colegios de 5/24/2, 4/20/1, 5/23/0, 4/16/0 y 2/9/0 unidades de Preescolar/EGB/EE respectivamente, situados en el casco de Cartagena y sus barrios periféricos. Cartagena es una ciudad de unos 120.000 habitantes situada en la costa y a unos 50 km de Murcia capital.

La muestra, previamente seleccionada, abarca colegios del casco urbano de una ciudad de más de 100.000 habitantes, de su periferia y de diferentes pueblos que se encuentran dentro y fuera de su comarca. El objetivo que nos proponemos es, además de conocer los niveles medios alcanzados por los alumnos de todos los centros, realizar un estudio según sus edades. La prueba se administró en el último trimestre del curso escolar; por lo que todos los alumnos estaban a punto de finalizar el 8.º nivel. Además, hemos recogido las calificaciones al finalizar el curso y hemos analizado la relación que existe entre éstas y los niveles de desarrollo cognitivo que nos dan los tests.

Los resultados obtenidos en cada uno de los casos se recogen en las siguientes tablas y gráficas. La tabla 1 recoge, para cada colegio, los alumnos que se encuentran en cada uno de los diferentes niveles psicoevolutivos, así como sus porcentajes. La tabla 2 recoge el número total de alumnos y el porcentaje de los mismos que se encuentra en cada uno de los diferentes estadios (para la muestra global y para cada población). La gráfica 1 representa un diagrama de barras con los resultados globales obtenidos. Asimismo, la gráfica 2 representa el diagrama de barras con los resultados obtenidos para cada una de las diferentes poblaciones. En esta última gráfica la línea gruesa representa los resultados del casco urbano, la línea fina representa la periferia y la línea de puntos, los pueblos.

*TABLA 1*  
*Número de alumnos y porcentaje de los mismos*  
*distintos niveles*

Centros	San Isi. Sta. Flo.		Mare Nostrum		La Aceña		San. A. Abad		San Fco. Javier	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
1	2	3,5	—	—	—	—	1	3	2	6
2A	2	3,5	1	5	4	14	—	—	2	6
2A/2B	11	19	—	—	7	24	16	53	7	22
2B	11	19	3	15	12	41	7	23	14	44
2B/3A	24	42	12	60	6	21	6	20	7	22
3A	7	19	4	20	—	—	—	—	—	—

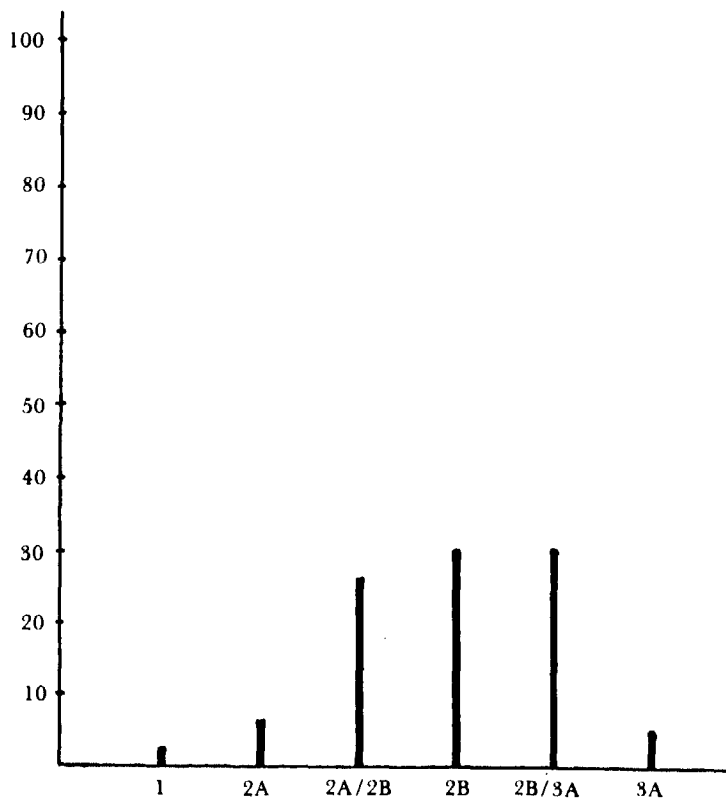
*TABLA 2*  
*Número total de alumnos y porcentaje de los mismos que para cada una de las muestras*  
*se encuentran en los diferentes niveles psicoevolutivos*

Muestra	Total		Urbana		Periferia		Pueblos	
	N	%	N	%	N	%	N	%
1	9	2	2	2	6	6	1	0,5
2A	25	6	7	7	7	7	11	5
2A/2B	109	26	18	17	38	40	53	25
2B	124	30	26	25	27	28	71	34
2B/2A	125	31	40	39	18	19	65	31
3A	21	5	11	10	—	—	10	0,5

que para cada colegio se encuentran en los psicoevolutivos

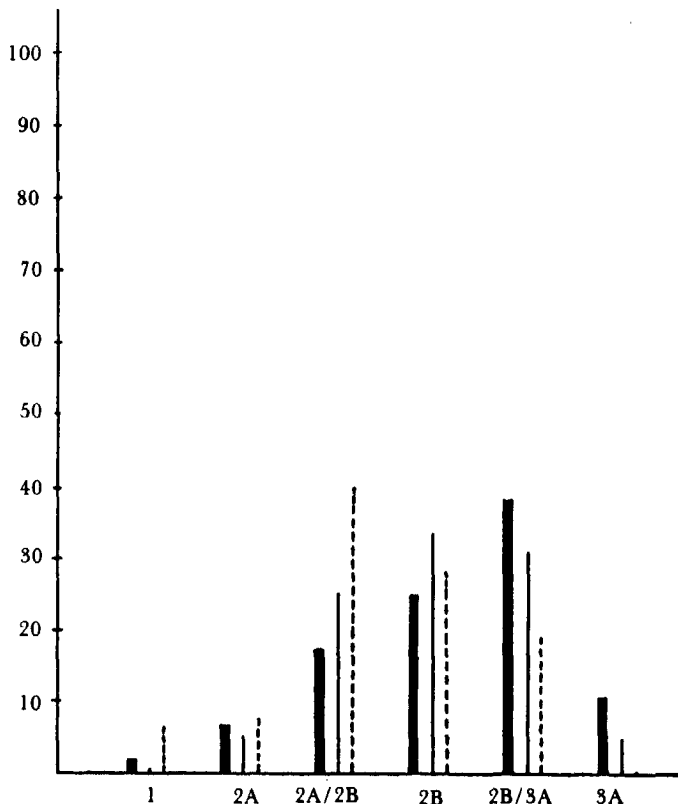
Herrerías		Ginés G. Martínez		Concep. Arenal		Manuela Romero		Santia. Apóstol		San Fulgencio		San Isidoro	
N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
3	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3
5	15	2	10	1	4	1	3	3	5	—	—	4	13
15	44	4	21	6	21	13	34	19	32	6	16	5	17
6	18	8	42	10	36	11	29	25	42	9	24	8	27
5	15	3	16	9	32	10	26	12	20	20	54	11	36
—	—	2	10	2	7	3	8	—	—	2	5	1	3

GRAFICA 1  
Diagrama de barras con los resultados totales  
(porcentaje total de alumnos en cada uno de los niveles)



GRAFICA 2

Diagrama de barras con los resultados obtenidos para cada una de las poblaciones (La línea gruesa representa, para la muestra urbana, el porcentaje de alumnos en cada nivel psicoevolutivo; la línea fina, para la periferia, y la de puntos, para los pueblos)



Si analizamos los resultados por centros, nos encontramos los dos extremos: desde un centro del casco urbano en el que el 95 por 100 de los alumnos domina las operaciones concretas y un 20 por 100 se encuentra en el estadio inicial de las operaciones formales, hasta el caso de un centro de la periferia en el que sólo un 33 por 100 de los alumnos domina las operaciones concretas y ninguno se ha iniciado en las formales. Entre los dos extremos tenemos un amplio abanico de valores intermedios que nos demuestra la heterogeneidad de niveles que existe entre los diferentes colegios para un mismo nivel educativo.

Por otro lado, se da la circunstancia de que ambos colegios recogen poblaciones muy diferentes: mientras que el primero acoge alumnos cuyas familias son de nivel socioeconómico relativamente alto, el segundo está ubicado en un barrio muy deprimido en el que el nivel socioeconómico de las familias es bajo o muy bajo. Estos resultados coinciden con los de otros autores (Karplus, 1975) y

ponen de manifiesto que uno de los factores de mayor peso específico en el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos es el nivel socioeconómico de sus familias.

Si nos fijamos en los resultados globales, observamos que hay un porcentaje, por supuesto, muy bajo (2 por 100) de alumnos que se encuentra en el nivel preoperacional y un 6 por 100 que está en el estadio inicial de las operaciones concretas. Sin embargo, la mayor parte de la muestra está repartida entre los estadios 2A/2B (26 por 100), 2B (30 por 100) y 2B/3A (31 por 100) y sólo un 5 por 100 se ha iniciado en las operaciones formales. Esto nos pone de manifiesto la disparidad de niveles que hay en la muestra de alumnos, ya que un 34 por 100 no domina las operaciones concretas y sólo un 5 por 100 se inicia en las formales; pero el dato más significativo consiste en que el 66 por 100 de los alumnos ha superado el nivel de las operaciones concretas.

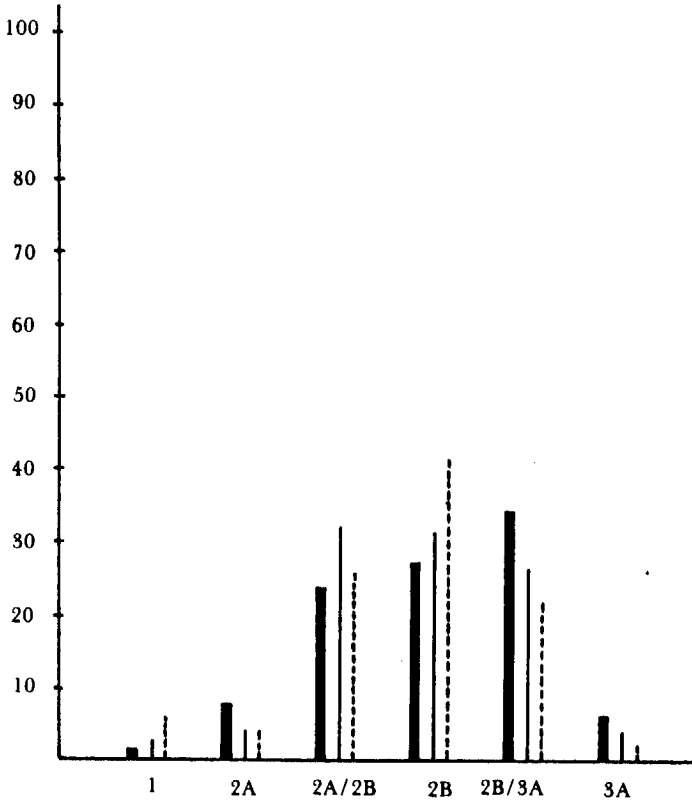
La gráfica segunda muestra comparativamente los resultados obtenidos según el tipo de colegio. Si la observamos, vemos que el pico máximo para la periferia aparece en el nivel 2A/2B; para los pueblos, en el nivel 2B y para los del casco urbano, en el 2B/3A. Otro dato significativo lo encontramos al comprobar cómo varía el porcentaje de alumnos al avanzar el nivel psicoevolutivo para las diferentes muestras. Para la periferia encontramos el valor máximo en el 2A/2B (40 por 100) y, al avanzar en el nivel, disminuye progresivamente hasta no encontrar ningún alumno en el estadio 3A. Sin embargo, en la muestra del casco urbano encontramos que en el nivel 2A/2B hay un porcentaje muy reducido (17 por 100) que se incrementa hasta llegar a un 39 por 100 en el estadio 2B/3A. La muestra de los pueblos sufre una evolución parecida a la de la media. Por otro lado, encontramos que en la muestra de la periferia sólo un 47 por 100 de los alumnos domina las operaciones concretas y ninguno se ha iniciado en las formales; por contra, en la muestra urbana el 74 por 100 de los alumnos domina las operaciones concretas y aproximadamente un 10 por 100 se ha iniciado en las formales.

*TABLA 3*  
*Número y porcentaje de alumnos, para cada edad,*  
*en cada nivel psicoevolutivo*

Edades	13 años		14 años		15 años	
	N	%	N	%	N	%
Estadio 1	3	1	3	2	3	6
2A	18	8	5	4	2	4
2A/2B	56	24	40	32	13	25
2B	64	27	39	31	21	41
2B/2A	81	34	38	26	11	22
3A	15	6	5	5	1	2

GRAFICA 3

Diagrama de barras del porcentaje de alumnos que para cada edad se encuentran en cada nivel psicoevolutivo  
(La línea gruesa representa los trece años; la fina los catorce y la de puntos, los quince)



Como sabemos que en el 8.º nivel de EGB hay niños cuyas edades están comprendidas entre los trece y los quince años, hemos realizado un estudio por edades. La tabla 3 recoge el número de alumnos y el porcentaje de los mismos que, para cada edad, se encuentra en cada estadio psicoevolutivo. La gráfica 3 muestra un diagrama de barras con estos resultados: la línea gruesa representa los trece años; la fina, los catorce y la de puntos, los quince. La gráfica nos muestra una distribución similar a las anteriores: para todas las edades la muestra se distribuye entre los niveles 2A/2B, 2B y 2B/3A. Sin embargo, hay varios aspectos que merece la pena resaltar: los porcentajes de alumnos que dominan las operaciones concretas a los trece, los catorce y los quince años de edad son el 67 por 100, el 62 por 100 y el 65 por 100 respectivamente, es decir, cuando se incrementa la edad, el porcentaje permanece constante y da la impresión de que el alumno no evoluciona en su nivel de desarrollo cognitivo. Precisamente los alumnos de catorce y



quince años son los que han repetido curso y en ellos, por los resultados obtenidos, se ha producido un estancamiento en su desarrollo intelectual. Si nos fijamos en el estadio de transición concreto-formal, encontramos que a los trece, los catorce y los quince años de edad hay un 40 por 100, un 31 por 100 y un 24 por 100 de la muestra respectivamente; es decir, a mayor edad, el porcentaje de alumnos en estadios superiores de desarrollo cognitivo disminuye. De nuevo nos encontramos que son los alumnos repetidores los que distorsionan los resultados; son los alumnos más retrasados y los que tienen un desarrollo madurativo más lento. Estos resultados nos ponen de manifiesto que la repetición de cursos no parece favorecer el desarrollo intelectual de los alumnos; por lo menos, para ponerse al alcance de aquellos que siguen la escolarización normal.

A modo de resumen podemos indicar que hay una gran heterogeneidad en los niveles de desarrollo cognitivo de los alumnos que finalizan la escolarización obligatoria y que se incorporan a las Enseñanzas Medias. El mayor porcentaje (65 por 100) domina las operaciones concretas, muy pocos se han iniciado en las formales y un alto porcentaje (35 por 100) no ha llegado a alcanzar el estadio concreto; son alumnos que han quedado rezagados, a los que les resultará prácticamente imposible seguir el ritmo de los que llevan una escolarización normal y, muy probablemente, serán los que abandonen el sistema educativo.

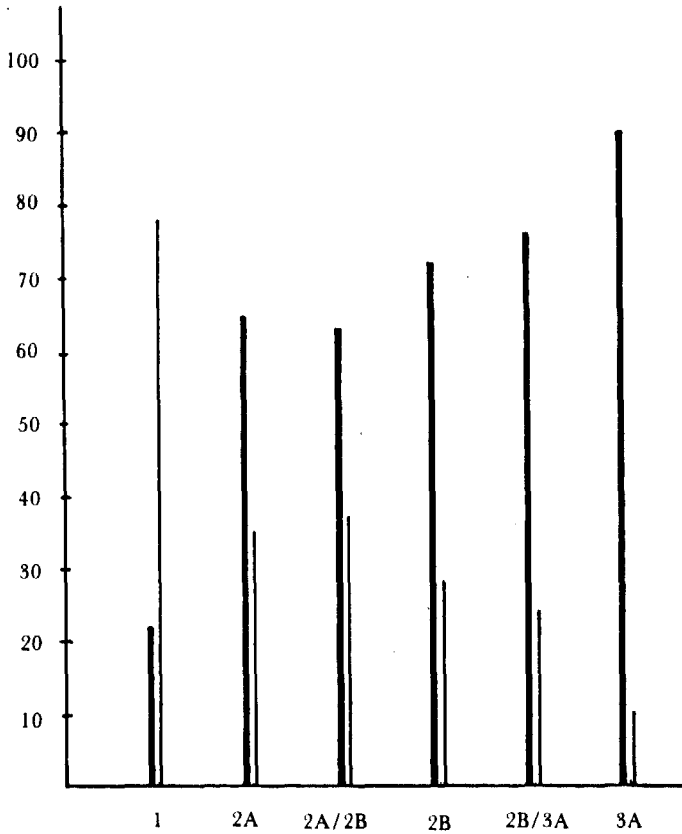
Por último, hemos tomado las calificaciones de los alumnos al finalizar el curso; nos hemos fijado concretamente en la obtención, o no, del título de Graduado Escolar para intentar establecer en qué medida influye el nivel de desarrollo cognitivo en las calificaciones escolares. La gráfica 4 muestra los porcentajes de alumnos que obtienen, o no, el Graduado Escolar para cada uno de los niveles psicoevolutivos. La línea gruesa muestra el porcentaje de alumnos que lo obtienen y la fina, el porcentaje de los que no lo obtienen. Como característica fundamental encontramos que en todos los estadios hay alumnos que obtienen, o no, el título; no obstante, hay una tendencia evidente y es que al aumentar el nivel psicoevolutivo, aumenta el porcentaje de alumnos que obtiene el título, y por supuesto, se da el caso inverso, el mayor porcentaje de suspensos se da en el nivel 1 y el más bajo en el nivel 3A. Se constata, pues, que el nivel de desarrollo cognitivo es un factor de gran peso específico, pero no es determinante, ya que en el nivel 3A hay un 10 por 100 de alumnos que no obtiene el título y, por contra, en el nivel 1 hay un 23 por 100 que lo obtiene.

Si nos fijamos ahora en los porcentajes de alumnos que obtienen el título por edades, encontramos que a los trece, los catorce y los quince años lo obtienen un 83 por 100, un 57 por 100 y un 46 por 100 respectivamente. De nuevo se pone de manifiesto que permanecer más años en la enseñanza obligatoria no es una garantía de que los alumnos recuperen las deficiencias adquiridas y sean capaces de alcanzar a aquellos otros que siguen normalmente su escolarización. Es evidente, por todo lo anteriormente expuesto, que las técnicas de enseñanza no permiten recuperar las deficiencias de aquellos alumnos que van quedando rezagados en su escolarización.

Como ya indicamos, sólo Grapi (1987) analiza, como nosotros, el nivel de 8.º. Los resultados obtenidos por este autor coinciden básicamente con los nuestros;

#### GRAFICA 4

Porcentaje de alumnos que obtienen, o no, el Graduado Escolar en cada nivel psicoevolutivo  
(La línea gruesa representa los alumnos que obtienen el título y la fina, los que no lo obtienen)



es decir, en torno al 70 por 100 de los alumnos de este nivel ha alcanzado el razonamiento concreto y sólo un 6 por 100 se inicia en el formal. También se encuentra un porcentaje relativamente importante de alumnos (en torno al 27 por 100) que no dominan las operaciones concretas.

#### CONCLUSIONES

La aplicación de estas pruebas a nuestros grupos de alumnos ha sido de gran utilidad, tanto para conocer las características de cada uno de ellos, como para diseñar el currículum adecuado al grupo. Asimismo, nos ha servido para investigar las características del currículum, con objeto de diseñar estrategias adecuadas para

el mejor afianzamiento y la mejor comprensión de los conocimientos y destrezas que queremos inculcar en nuestros alumnos.

Los resultados obtenidos nos han puesto de manifiesto la gran disparidad de niveles de unos colegios a otros. Encontramos que en los centros que atienden a poblaciones de nivel socioeconómico alto o medio-alto los niveles de desarrollo cognitivo de los alumnos son superiores a los de aquellos otros que atienden a poblaciones deprimidas. Podemos concluir que un factor que influye de forma decisiva en el grado de maduración de los alumnos es el nivel socioeconómico de sus familias.

Hemos constatado que la población escolar del 8.º nivel de Educación General Básica es muy dispar. Un 34 por 100 de la muestra no domina las operaciones concretas y sólo un 5 por 100 se inicia en las formales. Pero el dato más relevante es que el 66 por 100 de los alumnos ha alcanzado el nivel concreto avanzado. Esta gran disparidad de niveles hace difícil la labor del profesor, ya que debe diseñar un currículum adecuado para estos alumnos y preparar estrategias convenientes que le permitan atender a los más retrasados, que, como se puede observar, representan un porcentaje importante.

Dentro del 8.º nivel encontramos que el 41 por 100 de los alumnos con trece años de edad se encuentra en el nivel de transición concreto-formal, a los catorce años este porcentaje se reduce al 30 por 100 y a los quince años, al 23 por 100; es decir, disminuye progresivamente al aumentar la edad. Estos datos nos ponen de manifiesto que los alumnos de catorce y quince años, que son los que han repetido curso en una o dos ocasiones, no han sido capaces de alcanzar a aquellos otros que han seguido normalmente su escolarización.

En el estudio realizado sobre las calificaciones de estos alumnos se observa que a los trece años de edad un 83 por 100 de la muestra obtiene el título de Graduado Escolar, a los catorce años este porcentaje se reduce al 57 por 100 y a los quince años, al 46 por 100. Estos datos nos confirman que permanecer más años en la Educación General Básica no es una garantía suficiente para que los alumnos más retrasados recuperen las deficiencias adquiridas en sus aprendizajes y obtengan resultados similares a los de quienes siguen su escolarización con normalidad.

Hemos encontrado que hay una relación entre el nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos y las calificaciones obtenidas al finalizar la escolarización obligatoria. Al aumentar el nivel de desarrollo de los alumnos, se incrementa el porcentaje de éstos que obtiene el título de Graduado Escolar; y por supuesto, se produce el caso inverso, el mayor porcentaje de suspensos se da en el nivel 1 y el más bajo, en el nivel 3A. Sin embargo, el nivel de desarrollo cognitivo, que aparece como un factor importante, no es determinante, ya que en el nivel 3A hay un 10 por 100 de la muestra que no obtiene el título y en el 1 hay un 20 por 100 de alumnos que lo obtiene. Evidentemente entran en juego otros muchos factores que determinan estos resultados.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguirre de Cárcer, I. «La enseñanza de las Ciencias y la teoría de Piaget (1971-1981). Resultados más importantes para el profesorado de BUP y del primer ciclo universitario». *Boletín del Instituto de Ciencias de la Educación; Universidad Autónoma de Madrid*; septiembre 1981.
- «Dificultades en la comprensión de los libros de texto de Física y Química». *Enseñanza de las Ciencias*; 1 (2), 1983, pp. 92-98.
- Ascona, R.; Marcos, J. y Martín, A. «Evolución del razonamiento en Ciencias Experimentales». *Eskola*, 11, 1986, pp. 7-15.
- Bart, W. H. «Construction and validation of formal reason instrument». *Psychological Review*, 30 1972, pp. 663-670.
- Chiapetta, E. «A review of piagetian studies relevant to science instruction at the secondary and college level». *Science Education*, 60 (2), 1976, pp. 253-261.
- Driver, R. «Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos». *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 1986, pp. 3-15.
- Gil, D. «El futuro de la enseñanza de las Ciencias: Algunas implicaciones de la investigación educativa». *Revista de Educación*, 278, 1985, pp. 27-38.
- Grapi, P. «Determinación del nivel cognitivo en alumnos de EGB y BUP, comprensión de los conceptos de volumen y densidad». *Enseñanza de las Ciencias*; volumen dedicado al segundo congreso internacional sobre la investigación en la didáctica de las ciencias y de las matemáticas, 1987, pp. 217-218.
- Hierrezuelo, J. y Molina, E. «Tareas Razonadas en Ciencias». *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 1988, pp. 38-41.
- Karplus, R.; Karplus, E.; Formisano, M.; Paule, A. «Proportional reasoning and control of variables in seven countries». *Advancing Education Through Science-oriented Programs*. Berkeley, Universidad de California, Lawrence Hall of Science, 1975, Informe IB-25.
- Lawson, A. y Reuner, J. «Relationship of science subject matter and developmental levels of learners». *Journal of Research in Science Teaching*, 12 (4), 1975, p. 397.
- Lawson, A. E. «The development and validation of a classroom test of formal reasoning». *Journal of Research in Science Teaching*, 15 (1), 1978, pp. 11-24.
- Longeot, F. «Analyse statistique de trois test genetique collectifs». *Bulletin de L'Institute National D'Etude*, 20, 1965, pp. 219-235.
- Montero, A. y Hierrezuelo, J. «Medida de la capacidad de razonamiento formal y correlaciones con las calificaciones en el área de Ciencias de una muestra de alumnos de BUP». *Enseñanza de las Ciencias*, volumen dedicado al primer congreso internacional sobre la investigación en la didáctica de las ciencias y de las matemáticas, 1987.
- Piaget, J. e Inhelder, B. *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Buenos Aires, Paidós, 1978.
- *El concepto de espacio en el niño*. London, Routledge and Kegan Paul, 1956.
- *La construcción de cantidades en los niños*. London, Routledge and Kegan Paul, 1952.
- *El desarrollo del pensamiento lógico*. London, Routledge and Kegan Paul, 1958.
- Shayer, M. *Science Reasoning Tasks*. Windsor, NFER-NELSON, 1979.
- Shayer, M. y Adey, P. (1981). *La ciencia de enseñar ciencia*. Madrid, Narcea, 1984.
- Shayer, M.; Adey, P. y Wylam, H. «Group tests of cognitive development: Ideals and a realization». *Journal Research Science Teaching*, 1980.