

## LAS TAREAS RAZONADAS EN CIENCIAS

HIERREZUELO MORENO, J.<sup>1</sup> y MOLINA GONZALEZ, E.<sup>2</sup>

(1) Profesor de Física y Química en el I.B. Jorge Guillén de Torrox.

(2) Profesor de Física y Química en el I.B. Reyes Católicos de Vélez-Málaga.

### SUMMARY

In this paper we present the development of the reasoning level of 15-17 years old pupils using the Science Reasoning Task. Some consequences for science education are presented.

### INTRODUCCION

En el proceso de aprendizaje de los alumnos influyen numerosos factores: profesor, organización de la asignatura, metodología, motivación, ambiente escolar, etc. Aunque no todo el mundo está de acuerdo, nosotros compartimos la opinión de que en el aprendizaje de la ciencia, un factor que tiene clara influencia es el nivel de desarrollo mental de los alumnos, tomado en sentido piagetiano.

La obra de Piaget fundamenta una línea clara de concepción del aprendizaje: la orientación evolutiva (Driver, 1982). El aspecto central se basa en la idea de los estadios evolutivos. El niño va desarrollando una serie de estructuras mentales, características de cada estadio, que le permiten procesar la información que recibe del mundo exterior y actuar sobre él. Piaget propone la siguiente nomenclatura para estos estadios:

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

Numerosas investigaciones realizadas en varios países (Chiappeta 1976, Renner et al 1978, Lawson 1978), muestran que el porcentaje de alumnos que es capaz de utilizar las operaciones correspondientes al periodo formal es muy bajo. En este sentido es destacable el trabajo llevado a cabo sobre una muestra de más de 12.000 alumnos británicos, en el que sólo el 7,1% de los alumnos de edades entre 14 y 15 años presentaba un pensamiento formal avanzado (Shayer y Adey, 1984). Los datos de trabajos realizados en nuestro país

(Aguirre 1981, González y otros 1983, Hierrezuelo y Montero 1985), muestran que pocos alumnos de Bachillerato son capaces de utilizar el pensamiento formal, estando la mayoría en una etapa de transición entre los periodos concreto y formal.

El estadio concreto se caracteriza por operaciones de estructuración directa de datos concretos como pueden ser la clasificación o la seriación de distintos objetos. En el estadio formal, sin embargo, el individuo puede distinguir entre lo real y lo posible, y tiene capacidades como el análisis de variables, el cálculo proporcional o el uso de modelos abstractos.

En una documentada revisión llevada a cabo por Lawson (1985), en la que se recogen los resultados de numerosas investigaciones, podemos leer en una de las conclusiones, referida a la importancia que tiene el pensamiento formal, lo siguiente:

«... las deficiencias en el razonamiento formal son una causa probable de fracaso en ciencias, matemáticas, historia, estudios sociales, inglés y en una serie de contextos cotidianos como comparar los precios de un supermercado y tomar decisiones que conciernen a temas sociales y a relaciones interpersonales».

Una amplia muestra de trabajos señalan la relación entre el nivel de desarrollo y los resultados obtenidos en el aprendizaje de las Ciencias, (Lawson y Renner 1975, Cantu y Herron 1978, Renner 1979). López Rupérez et al (1986), han encontrado una fuerte relación entre el nivel piagetiano de desarrollo cognitivo medido con el test de Longeot y el Rendimiento en Física medido con los test del PEICE.

La consideración de los datos anteriores parece justificar la necesidad de que el profesor tenga una idea de

cuál es el nivel de desarrollo de los alumnos a los que tiene que dar clase, con objeto de programar la enseñanza en función de esos niveles y apoyar el proceso de desarrollo de la estructura cognitiva de los alumnos. Nuestra intención con este trabajo es presentar un instrumento que nos parece especialmente apropiado para ser utilizado por profesores de Física, así como comunicar los resultados que hemos obtenido al utilizarlo con nuestros alumnos.

**LAS TAREAS RAZONADAS EN CIENCIAS**

El conjunto de las «Tareas Razonadas en Ciencias» está constituido por siete pruebas diferentes, basadas en los estudios de Piaget, pero adaptadas para poder ser utilizadas con grupos en lugar de individualmente. Elaboradas en el Chelsea College por el equipo compuesto por Shayer, Adey y Whillam, fueron validadas comprobándose que existía una correlación alta entre los resultados de las tareas y los obtenidos mediante entrevistas clínicas piagetianas. Los autores también indican que hay un correlación alta entre los resultados de las siete pruebas (Shayer y Adey, 1984).

La traducción de estas pruebas la realizamos durante el curso 84-85 en el seno del Seminario Permanente de Física y Química de la Axarquía. En nuestra opinión, son totalmente aplicables en nuestro país, pues no exigen conocimientos previos específicos, por lo que no se ven influenciadas por el currículum que hayan seguido los alumnos y no hay problemas de comprensión de las preguntas, ya que éstas se refieren a situaciones físicas no relacionadas ni con la situación geográfica ni con costumbres locales o nacionales.

Otro aspecto positivo que encontramos a estas pruebas es que tienen un contenido que puede ser utilizado como actividades de aprendizaje dentro de nuestro currículum. La situación al pasarlas se diferencia relativamente poco de una clase normal, por lo que las medidas efectuadas se ven menos afectadas por la situación extraordinaria que puede suponer el paso de un test, cuyo contenido sea totalmente ajeno a una clase de Física.

Hemos utilizado las tareas número dos (T2) «Volume and Heaviness», la tres (T3) «The Pendulum» y la número cuatro (T4) «Equilibrium in the balance». Se pasaron en los grupos de 2º de BUP del I.B. «Jorge Guillén» de Torrox (61 alumnos), en los de 2º del I.B. «Reyes Católicos» de Vélez-Málaga (208 alumnos), y un grupo de 3º de este último centro (25 alumnos). Ambos institutos están situados en la comarca de la Axarquía (provincia de Málaga). La tarea segunda nos permite la clasificación de los alumnos en los niveles comprendidos entre 2A/2B hasta el nivel 3A, mientras la tercera y la cuarta tarea nos permiten la clasificación en los niveles comprendidos entre 2B y 3B.

La T2 la pasamos a finales del mes de octubre, justo

antes de que los alumnos estudiaran el concepto de densidad ya que podía influir en los resultados. Nos sirvió como actividad para detectar las ideas previas de los alumnos sobre el concepto de densidad. La T4 se desarrolló en el mes de enero, mientras estábamos estudiando el tema de energía y su utilidad didáctica está relacionada con la introducción de la ley de la palanca (o el concepto de momento) y el concepto de trabajo. La T3 se utilizó con un grupo de 2º y otro de 3º del I.B. Reyes Católicos, pasándoselas primero en octubre y después en junio.

**RESULTADOS**

En las siguientes tablas presentamos los resultados obtenidos, indicando el porcentaje el número de alumnos clasificados en cada uno de los niveles.

Tabla I  
Clasificación de los alumnos de 2º de BUP con la T2

	3A	2B/3A	2B	2A/2B
I.B. Torrox	28	53	13	6
I.B. Vélez	38	44	14	4

Tabla II  
Clasificación de los alumnos de 2º de BUP con la T4

	3B	3A	2B/3A	2B	2B
I.B. Torrox	10	36	22	20	15
I.B. Vélez	6	67	17	10	0

Tabla III  
Clasificación de los alumnos utilizando la T3

	3B	3A	2B/3A	2B	2B
2º BUP Octubre	9	12	39	36	3
Junio	9	36	27	24	3
3º BUP Octubre	16	32	44	4	4
Junio	16	36	40	8	0

Los resultados, que coinciden sustancialmente con los existentes en la bibliografía, nos indican claramente el pequeño porcentaje de alumnos que dominan las operaciones formales, alrededor de un 10% entre los alumnos de segundo, con las consecuencias que esto tendrá para que puedan utilizar correctamente modelos abstractos, relaciones de proporcionalidad, etc.

Por otro lado, observamos que la mayoría de los alumnos se encuentran en una etapa intermedia entre las operaciones concretas y el inicio de las operaciones for-

males; considerando toda la muestra podemos decir que, alrededor de un 80% de nuestro alumnos se encuentran en esa etapa de transición.

También es interesante reseñar que hay un porcentaje que aún tiene dificultad para el uso de las operaciones concretas que puede oscilar entre un 20 y un 30% de nuestros alumnos.

En cuanto al resultado en tercero, con la lógica reserva por lo reducido de la muestra (25 alumnos), vemos que prácticamente no hay variación desde el comienzo al final del curso por lo que es posible inducir que la evolución en el desarrollo cognitivo en la edad 16-17 años sea más lenta que un año antes.

Tampoco está claro si esta evolución positiva en segundo es debida a la mayor madurez biológica o al proceso de aprendizaje relacionado y estimulador del proceso de maduración (Vigotsky, 1934), ni tampoco la posible relación causal entre la metodología empleada en el curso y la estructura del currículum con esta evolución.

Los datos anteriores hay que considerarlos con ciertas precauciones, pues los resultados en este tipo de prueba depende de algunos factores que no hemos controlado, como puede ser la familiaridad de la tarea, etc. Pero nos parece que sí podemos considerarlos como un buen índice medio del nivel de desarrollo mental de los alumnos de segundo de BUP en la zona de la Axarquía.

**CORRELACION ENTRE LOS RESULTADOS DE CADA ALUMNO EN LAS PRUEBAS T2 y T4**

Además de los resultados medios de todos los alumnos hemos analizado la correlación entre los resultados de una y otra prueba para un mismo alumno.

Tabla IV

Comparación de los resultados obtenidos por cada alumno en la T2 y la T4. Los números indican porcentajes.

	Torrox	Vélez
Tienen el mismo nivel en ambas	22.4	42.7
Se diferencian en un nivel	53.4	43.3
Se diferencian en dos niveles	20.7	11.5
Se diferencian en tres niveles	3.4	2.4

Estos resultados nos indican que un 76% de los alumnos de la zona de Torrox obtienen resultados muy similares en ambas pruebas, y que el 25% restante se diferencia en la mayoría de los casos en 2 niveles. Sólo en 2 casos hay discrepancias exageradas. En el otro centro los resultados fueron aún más coincidentes pues el

86% de los alumnos coincidían o sólo se diferenciaban en un nivel y sólo 5 de entre los 208 alumnos de segundo se diferenciaban sensiblemente, al haber una separación de tres niveles entre los resultados de la primera prueba y los de la segunda. Sin embargo, en este segundo centro se observa que la diferencia es casi siempre en el sentido de clasificar a estos alumnos en un nivel más elevado en la segunda prueba que en la primera, mientras que en el centro primero, las diferencias están simétricamente distribuidas.

**CONCLUSIONES**

Pensamos que estos resultados no nos deben llevar a la eliminación de actividades de nivel formal en el currículum, pero sí a ser conscientes de la dificultad que plantean a los alumnos, debiendo tenerlo en cuenta a la hora de programar los objetivos a conseguir. Creemos que es importante incluir actividades de nivel formal por dos motivos: primero la necesidad de atender a los alumnos que ya están en estos niveles de pensamiento; y segundo, porque para el desarrollo de los demás alumnos, aparte de actividades que requieren pensamiento concreto que amplían y afianzan esta base, vemos necesario fomentar la adquisición de estructuras cognitivas formales, cuestión difícil si no se intenta realizar actividades de este tipo.

La aplicación didáctica que nos pueden proporcionar estas pruebas, como otras similares, radica en la obtención de una información sobre cada alumno dentro de la heterogeneidad de los grupos sobre los que vamos a actuar. Esta información es importante tanto a la hora de valorar el esfuerzo del alumno, como aviso al profesor sobre el tipo de dificultades que este alumno va a encontrar. Parece imprescindible cierta flexibilidad curricular para adecuar el proceso de enseñanza/aprendizaje a este hecho. También es posible tener en cuenta desde un principio a aquellos alumnos que necesitarán una atención especial en la realización de tareas que necesiten pensamiento formal para su realización.

Por otro lado, somos conscientes de que existen otros factores que influyen en el éxito de los alumnos al resolver una tarea específica, entre los que podemos destacar: la familiaridad del individuo con la tarea que ha de realizar, la memoria a corto plazo, el estilo cognitivo del individuo etc. (Carretero y otros, 1985).

En nuestra opinión, una sola prueba puede utilizarse con bastante fiabilidad para medir el nivel de razonamiento de los alumnos cuando pretendamos un diagnóstico de un grupo de alumnos. Para el diagnóstico de un caso individual, consideraríamos necesario la aplicación de varias pruebas de las que componen la batería de las «Tareas razonadas en Ciencias», o lo que es siempre más fiable, la realización de una entrevista clínica individual por alguna persona cualificada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGUIRRE DE CARCER, I., 1981, 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 ICE Universidad Autónoma de Madrid*, nº 4, pp. 21-37.
- CANTU, L., y HERRON, J., 1978, Concrete and Formal Piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 15, pp. 135-143.
- CARRETERO, M. y OTROS: 1985, *Psicología evolutiva 3. Adelescencia, madurez y senectud*. (Alianza Editorial, Madrid).
- CHIAPPETTA, E., 1976, A review of Piagetian Studies relevant to Science Instruction at the Secondary and College Level. *Science Education*, Vol. 60, pp. 253-261.
- DRIVER, R., 1982, Children's Learning in Science. *Educational Analysis*, 4 (2), 69-79.
- GONZALEZ y OTROS: 1983, Enseñanza de la Física y Química en 2º de B.U.P. a través de la metodología científica. (Memoria del proyecto financiada por la Junta de Andalucía).
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A., 1985, Medida de la capacidad de razonamiento formal y correlación con las calificaciones en el área de ciencias. (I Congreso Internacional sobre investigaciones en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas, Barcelona).
- LAWSON, A.L., 1978, The development and Validation of Classroom Test of Formal Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 15, pp. 11-24).
- LAWSON, A.L., 1985, A Review of Research of Formal Reasoning and Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 569-619.
- LOPEZ RUPEREZ, F., y otros, 1986, Pensamiento formal y rendimiento en Física. Análisis del test de Longeot por referencia a tests de rendimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 1,4, 36-44.
- RENNER, J.W. y otros, 1978, Content and concrete Thought. *Science Education*, Vol. 62 pp. 215-221.
- SHAYER, M., WYLAND, H., ADEY, P.H., 1979, *Science Reasoning Task*. (NFER, Windsor).
- SHAYER, M. y ADEY, P., 1984, *La Ciencia de enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. (Narcea, Madrid).
- VIGOTSKY, L.S., 1934, Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar, en *Psicología y Pedagogía*. (Akal, Madrid).