

## DOS METODOLOGIAS ACTIVAS COMPARADAS EN EL ESTUDIO DE CONCEPTOS QUIMICOS EN 8º DE EGB.\*

PALACIOS GOMEZ, C., MUÑOZ NAVAS, P. y GOMEZ MARTIN J.C.  
del Taller de Ciencias Arquímedes

(\*) Este trabajo forma parte del proyecto «La Química desde el Agua» financiado por la Consejería de Educación de la Comunidad Autónoma de Madrid (B.O.C.M. - Madrid 21/4/84).

### SUMMARY

This study compares two methodologies, one based on guided discovery and the other on the use of expositive techniques. The comparison was based on: the acquisition of skills and scientific knowledge and how long these skills and knowledge are maintained; the influence of initial scientific skills and knowledge in new acquisitions; the opinion of the students and professors on both methodologies.

The results make evident the validity of both methods, even when the suitability of each one is postulated, depending on the type of level institution where it is applied.

### INTRODUCCION

En este trabajo se realiza un primer estudio comparativo entre algunos de los resultados obtenidos tras experimentar en diversos colegios dos cuadernos de aula para alumnos de 8º de EGB, que con una gran parte de objetivos comunes, se diferencian en las metodologías propuestas para alcanzarlos.

Aun cuando la descripción pormenorizada de dichas metodologías resulta difícil de realizar en pocas líneas, debido fundamentalmente a que ninguno de los métodos se ajusta con exactitud a las propuestas por otros autores, pueden sin embargo, describirse en líneas generales.

*Método A:* Construcción de conocimientos (Gil Pérez, 1983) en el que los alumnos utilizan sistemáticamente, en la medida de sus posibilidades, el método científico, bien de una forma individual —mediante la realización de hipótesis, la respuesta a preguntas y la resolución de problemas—, bien en grupos pequeños —gracias a la realización de montajes experimentales, la consulta de bibliografía, etc. bien en grupos más amplios —con la realización de puestas en común—. El profesor, aquí, posee un papel motivador, generador de situaciones que facilitan el aprendizaje, asesor de los alumnos en sus investigaciones y director-coordinador de las puestas en común, una de las partes más relevantes de esta metodología (Taller de Ciencias Arquímedes, 1984).

*Método B:* Metodología expositiva (Blake, 1978) basada en la transmisión escrita de los conocimientos que se presentan como susceptibles de ser descubiertos con el otro método (Taller de Ciencias Arquímedes, 1985).

Los alumnos realizan todas las actividades no experimentales propuestas en la metodología A, además de tres experiencias de laboratorio planteadas como mera comprobación de los procesos estudiados. En esta metodología el papel del profesor es semejante al propuesto para el método A.

En la comparación de ambos métodos, se ha considerado:

- La adquisición de los conocimientos y habilidades científicas,
- la influencia de los niveles iniciales de conocimientos y habilidades en las posteriores adquisiciones,
- la opinión que les merece a los alumnos,
- la conservación en el tiempo de dichas adquisiciones.

### JUSTIFICACION

Desde principios de siglo, la mayoría de los movimientos de innovación pedagógica tienen entre sus objetivos potenciar en los alumnos un aprendizaje activo.

Este término tan ambiguo puede agrupar métodos tan diferentes como los que hemos denominado A y B que tienen en común la pretensión de que el alumno sea protagonista de su aprendizaje, hecho que conlleva un cambio en el papel tradicional del profesor.

Desde hace cuatro años un colectivo de profesores agrupados en el Taller de Ciencias Arquimedes comenzamos a preparar diversos módulos destinados a los alumnos del Ciclo Superior de EGB.

Tales materiales pretenden desarrollar preferentemente las destrezas propias de la etapa evolutiva de los alumnos a los que van dirigidos (Shayer y Adey, 1984) y se basan, por una parte, en que son las destrezas uno de los factores que condiciona la adquisición de los conceptos (Inhelder y Piaget, 1967), y, por otra, en la importancia que tienen las representaciones (preconcepciones, ideas) de los niños en dichas adquisiciones (Giordan, 1982). Las características fundamentales de dichos materiales se han señalado al describir la metodología A.

Tras experimentar durante varios años dichos materiales y comprobar su validez para alcanzar los fines que nos habíamos propuesto (El aprendizaje experimental de las Ciencias en el ciclo superior de E.G.B. El Aire y el Agua, «Elementos Básicos». Memoria de Investigación, 1984) decidimos investigar si una de las características de aquellos módulos, como es la de aprender desde la experimentación, era o no decisiva para el desarrollo de ciertas habilidades y para la adquisición de conocimientos científicos.

Para esto preparamos un módulo —«CONTROLANDO EL AGUA»— que se diferencia del original —«QUIMICA DESDE EL AGUA»— en que el primero (Método B) no contempla la utilización del laboratorio mas que de forma esporádica, mientras que en el segundo (método A) la utilización de los laboratorios es diaria.

## LA MUESTRA

Ambas metodologías se experimentaron en diversos colegios de Madrid y de su provincia, de forma que 435 alumnos trabajaron con el método A y 235 lo hicieron con el B.

Aunque les planteamos a los profesores que participaban en la experiencia nuestro interés en que el máximo número de ellos experimentaran con ambas metodologías a la vez, sólo en un caso dicha situación se consiguió, ya que la metodología B no resultaba tan atractiva como la A para los profesores con los que contactamos.

Una vez analizados los resultados obtenidos en la aplicación de las pruebas al comienzo y al final de la experiencia, comprobamos que no existían diferencias significativas entre el conjunto de los alumnos de la mues-

tra y los del centro donde el mismo profesor experimentó ambos métodos. Estos resultados nos llevaron a restringir la muestra inicial a los alumnos del Centro donde la variable profesor estaba controlada. En este campo, el profesor era el encargado de Ciencias de los cuatro grupos de 8º de E.G.B. y trabajó en dos de ellos cada metodología (método A: 65 alumnos, método B: 64 alumnos). El centro es un colegio estatal del cinturón industrial de Madrid; el profesor antes de la experiencia no utilizaba generalmente el laboratorio.

## HIPOTESIS

Las hipótesis que nos planteamos al comienzo de la investigación fueron:

- En ambos métodos, se produce un aumento de conocimientos semejante aunque, pasado el tiempo, la igualdad desaparece siendo los conocimientos adquiridos en el método A mayores que los del método B.
- La metodología A desarrolla las destrezas científicas en mayor medida que la metodología B.
- La situación inicial de los alumnos en cuanto a los conocimientos y las habilidades científicas condiciona el aprendizaje de nuevos conocimientos y la adquisición de nuevas habilidades.
- La metodología A resulta, tanto a los alumnos como a los profesores, más motivadora que la B.

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Se elaboraron diferentes cuadernos del alumno para cada metodología y una única guía para los profesores de ambas; además, a los profesores que seguían la metodología A, se les proporcionó el cuaderno del alumno de la metodología B con objeto de que, en las puestas en común, se abordaran los contenidos que allí figuraban. A los profesores de la metodología B se les facilitó el cuaderno del alumno de la metodología A con el fin de que dispusieran de una orientación en la preparación de las esporádicas actividades experimentales. Los contenidos de los cuadernos eran los habituales para el estudio de la química en 8º de E.G.B.

El tiempo medio que duró la experiencia, con la metodología A, fue unas 13 semanas, mientras que el empleado con la metodología B fue de alrededor de 9 semanas.

Para evaluar la experiencia, se diseñaron varios cuestionarios: uno de contenidos para medir tanto los conocimientos generales de la asignatura como los específicos de la materia estudiada y otro de habilidades científicas que midiera destrezas propias del quehacer científico. Estos cuestionarios se pasaron a los alumnos en tres ocasiones: al principio de la experiencia (T.C. y T.H.), al finalizar ésta (R.C. y R.H.) y tres meses después de haberla concluido (U.C. y U.H.). Por último, se pasaron unas encuestas de opinión a los profesores y a los alumnos.

**INSTRUMENTOS DE MEDIDA**

**TC:** dicha prueba consta de 30-items de opción múltiple de los que 10 miden conocimientos relativos a los temas de ciencias del curso anterior y 20 son específicos de la materia estudiada.

**TH:** Al no encontrar una prueba que midiera las destrezas que nos interesaban evaluar, decidimos preparar una prueba adecuada al nivel estudiado tomando como referencia pruebas diseñadas para un nivel de BUP (Vera y Col., 1982, Dillashaw y Okey, 1980). Dicha prueba consta de 23 items de opción múltiple que evalúan las siguientes capacidades:

- Dada una hipótesis, seleccionar un diseño experimental adecuado para comprobarla.
- Dada la descripción de una investigación, identificar las variables dependientes, independientes y de control.
- Establecida una relación numérica entre dos variables identificar una gráfica que la represente.
- Dada la descripción de una investigación identificar la hipótesis que el experimentador quiere comprobar.
- Dada una gráfica, identificar la relación entre las variables representadas.
- Descrita una situación, establecer relaciones de inclusión entre diversos objetos.

Esta prueba ha sido analizada (López Rupérez y col. 1985) y se han obtenido los siguientes índices:

- Consistencia interna: KR20: 0.76
- Índice de dificultad: 0.64
- Índice de plausibilidad: 0.78
- Poder de discriminación: 0.67.

**TECNICAS DE ANALISIS**

Se ha utilizado el paquete de programa SPSS disponible en un ordenador DIGITAL VAX-11/78 del Centro de Centro de Cálculo de la Universidad Autónoma de Madrid.

Los subprogramas empleados han sido FRECUENCIAS, BREAKDOWN, T-TEST, REGRESSION (Norman y otros, 1975).

Se han definido las siguientes variables:

DC = RC-TC: aumento de conocimientos durante la experiencia,

DH = RH-TH: aumento de las habilidades científicas durante la experiencia,

DUC = UC-RC: variación de los conocimientos tres meses después de la experiencia,

DUH = UH-RH: variación de las habilidades tres meses después de la experiencia.

**RESULTADOS**

La tabla I representa las medidas ( $\bar{A}$ ) y desviaciones estandar (Sd) de las variables relacionadas con conocimientos y habilidades, así como las diferencias entre ellas para cada método. La significación de dichas diferencias se han determinado mediante la T de Student.

Tabla I

	METODO A	METODO B	DIFERENCIA MET. A - MET. B
TC	$\bar{X}$ : 10.3 Sd: 2.27	$\bar{X}$ : 10.5 Sd: 3.2	No existen
TH	$\bar{X}$ : 15 Sd: 3.2	$\bar{X}$ : 14.5 Sd: 4.6	No existen
RC	$\bar{X}$ : 14.7 Sd: 4.2	$\bar{X}$ : 17.6 Sd: 4.6	Mét. B) Mét. A p(0.01)
RH	$\bar{X}$ : 16.7 Sd: 3.2	$\bar{X}$ : 16.4 Sd: 3.4	No existen
DC	$\bar{X}$ : 4.4 Sd: 3.4	$\bar{X}$ : 7.1 Sd: 4.7	Mét. B) Mét. A p(0.01)
DH	$\bar{X}$ : 1.7 Sd: 2.2	$\bar{X}$ : 1.5 Sd: 2.7	No existen
DUC	$\bar{X}$ : 1.9 Sd: 3.7	$\bar{X}$ : 1.9 Sd: 2.4	No existen
DUH	$\bar{X}$ : 1.6 Sd: 2.2	$\bar{X}$ : 0.9 Sd: 3.5	No existen

Con ambos métodos se consiguieron aumentos en los conocimientos y en las habilidades, siendo el aumento medio de los conocimientos de 4.4 (Sd: 3.4) en la metodología A,  $p < 0.01$  y de 7.1 (Sd: 4.7) en la metodología B,  $p < 0.01$  y el de las habilidades de 1.7 (Sd: 2.2) en la metodología A  $p < 0.05$ , que en porcentajes es alrededor del 6%, aumento similar al obtenido en investigaciones anteriores con otros cuadernos (Taller Arquímedes, 1984).

Al comparar los dos métodos, sólo se han obtenido diferencias significativas ( $p < 0.001$ ) en los conocimientos finales y en su aumento de forma que los alumnos que siguieron la metodología B obtuvieron mejores resultados, en cuanto a los conocimientos, que los que utilizaron el método A.

La influencia de las condiciones iniciales sobre la adquisición de habilidades y sobre el aprendizaje de conocimientos, también fue significativa.

Los resultados de los análisis de regresión de las variables DC y DH con las variables independientes TC, TH están representadas en la tabla nº 2, de ello se puede deducir que el aumento de conocimientos en los alum-

nos que siguieron el método A está correlacionado ( $r=0.35$ ;  $p < 0.01$ ) con sus habilidades iniciales, siendo los alumnos en los que éstas eran mayores los que más conocimientos adquieren.

Tabla II

METODO A

	DH	DC
TH	$r: -0.35$ $p < 0.01$	$r: 0.35$ $p < 0.01$
TC	$p > 0.01$	$p > 0.01$

METODO B

	DH	DC
TH	$r: -0.43$ $p < 0.01$	$p > 0.01$
TC	$p > 0.01$	$r: -0.36$ $p < 0.01$

El aumento de habilidades por parte de los alumnos en ambos métodos está condicionado por las habilidades iniciales, alcanzando el coeficiente de correlación de Pearson un valor de  $-0.35$  para el método A ( $p < 0.05$ ) y de  $-0.43$  para el método B ( $p < 0.01$ ); es decir, el aumento de habilidades con ambos métodos es mayor en los alumnos con menos habilidades iniciales, con independencia del nivel de conocimientos de partida.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE OPINION DE LOS ALUMNOS

(Porcentajes)

MET. B MET. A

1. El estudiar química como tú lo has hecho es:		
a) divertido .....	20	41
b) normal .....	64	47
c) aburrido .....	16	12
2. ¿Recomendarías a un buen amigo este cuaderno?		
a) sólo para un rato .....	9	7
b) si quiere aprender Ciencias de una forma divertida, Sí .....	87	83
c) no, no es recomendable .....	3	9

3. ¿Cómo crees que es el lenguaje del cuaderno?

a) normal .....	56	42
b) divertido .....	42	48
c) aburrido .....	2	10

4. Las lecturas que hay al final de cada bloque:

a) son interesantes .....	83	78
b) no se entienden demasiado .....	7	11
c) son aburridas .....	10	11

5. ¿Cómo piensas que aprendes más?

a) utilizando únicamente este cuaderno .....	74	50
b) utilizando este cuaderno y el libro .....	24	45
c) utilizando sólo el libro .....	2	5

6. ¿Crees que con este método de trabajo el profesor

a) no trabaja demasiado? .....	7	15
b) trabaja demasiado? .....	54	42
c) trabaja por el estilo? .....	38	43

OPINION DE LOS PROFESORES SOBRE LAS METODOLOGIAS APLICADAS

Los profesores que aplicaron en sus aulas la metodología B manifestaron su acuerdo con la misma, aunque sugirieron la conveniencia de realizar un mayor número de experiencias en el trabajo.

A los que aplicaron la metodología A se les pasó una encuesta de opinión que arrojó los siguientes resultados:

- el 83% piensa que la aplicación del cuaderno es muy satisfactoria, mientras un 17% que es satisfactoria, ninguno piensa que no es satisfactoria,
  - sobre la extensión del cuaderno, en función de los temas que se tratan, un 83% piensa que es normal, mientras que un 17% opina que es larga,
  - el aprovechamiento por parte de los alumnos según sus profesores es buena en un 83% de los casos y normal para el 17% restante. Ninguno juzga el nivel de aprovechamiento como muy bueno,
  - todos los profesores opinan que el lenguaje del cuaderno, es adecuado, al igual que los temas tratados son los que se deben ver en un curso de 8º de E.G.B.
- Sobre alguno de los apartados del cuaderno las opiniones de los profesores son:
- El apartado de formulación de hipótesis es imprescindible para un 67%, mientras que no están seguros un 33%, aunque ninguno piensa que dicho apartado sobre.
  - En cuanto a las gráficas, un 33% de los profesores piensan que debería haber más, mientras que el resto opina que las que hay son las suficientes y que su presencia resulta imprescindible.

• Hay total acuerdo al considerar la Puesta en Común como el momento más productivo, así como al opinar que las lecturas son interesantes.

Acerca del cuaderno del profesor, todos los maestros consideran que es imprescindible para aprovechar al máximo el cuaderno del alumno.

## CONCLUSIONES

Al ser nuestra muestra incidental y reducida, la generalización de los resultados y las conclusiones son limitadas. No obstante, podemos aventurar una serie de hipótesis apoyadas en nuestra experiencia que deberían ser investigadas en situaciones más generalizables.

Así, de las variables estudiadas por nosotros, la que más influye en el aumento de conocimientos y habilidades es la referida a las habilidades científicas iniciales, por lo que pensamos que los diseños de los curricula de Ciencias deben ir más dirigidos a desarrollar dichas destrezas que a la adquisición de conocien-

tos. Se observa que, a corto plazo, la Metodología B influye más en el incremento de los conocimientos, lo que puede ser debido a la propia estructura tan esquemática del método seguido. Así pues, nos encontramos con dos métodos útiles que no se descalifican uno al otro pudiendo resultar incluso complementarios. Aunque pensamos que el método A puede ser más apropiado en aulas donde los alumnos poseen un nivel elevado en sus habilidades científicas iniciales, frente al B que parece más aconsejable para los alumnos en los que dichas destrezas están menos desarrolladas. Esta intuición habría que investigarla al igual que otros factores, como percepción, motivación, actitud hacia las Ciencias, capacidad investigadora, nivel cognoscitivo de los alumnos, profesor, tiempo de duración de la experiencia, desarrollo de las metodologías en todos sus apartados, haciendo hincapié en uno de los más importantes, como es el de la Puesta en Común. Puesto que las impresiones de profesores que utilizaron la metodología A y tuvieron en cuenta algunos de estos factores mencionados coinciden en que estos se desarrollan más con la metodología B.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BLAKE, A. y NORDLAND, F., Science Instruction and Cognitive Growth in College Students. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 15, n° 5, pp. 413-419, 1978.
- DILLASHAW, T.G. y OKEY, J.R., 1980, Test of the Integrated Science Process Skills for Secondary Science Students, *Science Education*, Vol. 64, n° 5, pp. 601-608.
- GIL PEREZ, D., 1983, Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las Ciencias, *Rev. Enseñanza de las Ciencias*, pp. 26-33.
- INHELDER, B. y PIAGET, J., 1967, La Génesis de las estructuras lógicas elementales, Clasificación y Seriación. (Guadalupe: Buenos Aires).
- INHELDER, B. y PIAGET, J., 1969, *Psicología del niño*. (Morata: Madrid).
- INHELDER, B. y PIAGET, J., 1972, *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. (Paidós: Buenos Aires).
- LOPEZ RUPEREZ, F., BRINCONES, I., GARROTE, R. y PALACIOS, C., 1985, Tests de rendimiento en Física Básica. (Pendiente de Publicación).
- NORMAN, H.N., HADLAI, C., JEN KINS, J.G., STEINBRENNER y BENT, D.H., 1975, *Statiscal Package for the Social Sciences (SPSS)*, (Mc. Graw-Hill: New York).
- SHAYER y ADEY, 1984, *La Ciencia de Enseñar Ciencias*. Narcea, 1984.
- TALLER DE CIENCIAS ARQUIMEDES, 1984, El Aprendizaje Experimental de las Ciencias en el Ciclo Superior de E.G.B. El Aire y El Agua Elementos Básicos.
- TALLER DE CIENCIAS ARQUIMEDES, 1985, Un proyecto experimental de Ciencias en el Ciclo Superior de E.G.B. La Química desde el Agua.
- VERA, J. y otros, 1982, Las destrezas del quehacer científico. Desarrollo de una prueba para evaluarlas. Primeras Jornadas de Investigación en Física Química. ICE de la Universidad de Valencia (pp. 87-107).