

El aprendizaje de los métodos de estudio indirectos aplicados al contenido de la estructura de la Tierra en el bachillerato

Seminario Permanente Bécquer (1)
Triana. Sevilla



RESUMEN

Los resultados de nuestra investigación revelan que los alumnos del curso 1º de BUP no desarrollan un aprendizaje significativo de los métodos indirectos aplicados al estudio de la estructura de la Tierra. En este trabajo se puede ver cómo los alumnos de la enseñanza tradicional (en la que se estudia este concepto) y los alumnos que han seguido un currículum alternativo (en el que este concepto no se incluye) no presentan diferencia en cuanto a su aprendizaje. Por ello, y dada la amplitud del currículum de Ciencias de la Naturaleza del curso 1º de BUP, creemos que no es aconsejable incluir en el mismo el estudio de los métodos indirectos, manteniendo sólo los métodos directos.

1. Introducción

Con este trabajo se pretende investigar el aprendizaje de un aspecto que tradicionalmente está contemplado en las programaciones de las Ciencias Naturales de primero de BUP: "el estudio de la estructura de la Tierra a través de los métodos indirectos". Estos consisten en el estudio de propiedades o fenómenos de la Tierra a partir de los cuales se obtienen otros datos que, tras su análisis e *interpretación*, aportan información sobre sus características.

Hay varios motivos que nos han llevado a realizar esta investigación:

- En primer lugar, justificar nuestra experiencia de trabajo en programaciones alternativas para las Ciencias Naturales de primero de BUP (Estudio del entorno I y II del Seminario Permanente), donde este aspecto no se contempla. Esto se apoya en el hecho de haber realizado una selección de contenidos que consideramos más adecuada al desarrollo psicológico de los alumnos de catorce años.

- En segundo lugar, el que actualmente haya una gran proliferación de estudios sobre detección de ideas previas en los alumnos (Ausubel, 1978; Gil, 1.983; Cubero, 1.988), nos ha llevado a trabajar en esta línea aplicándola a un concepto que se sue-

(1) Compuesto por M^a. J. Borrego; C. Bravo; B. Guede; M^a. J. Guerrero; R. de las Heras; M^a. E. Menéndez; J. Moreno; F. Pacheco; F. Rejano.

le abordar en primero y en tercero de BUP.

- En tercer lugar, ha influido en nuestra elección el hecho de que, aunque cada día van apareciendo más trabajos sobre detección de ideas previas en Geología, (Jimenez, 1.985; Pedrinaci, 1.987; Pérez y García, 1.987; Granda, 1.988), creemos que todavía son escasas las investigaciones en este campo.

- Y, por último, que aunque este concepto se trabaje fundamentalmente en Geología, consideramos que puede generalizarse a otras disciplinas, fuera y dentro de las ciencias (Gagliardi, 1.986; Hodson, 1.986).

De acuerdo con esto, nuestra hipótesis de partida era que no íbamos a obtener diferencias significativas en cuanto a la comprensión y aplicación de los métodos indirectos entre unos y otros alumnos. De confirmarse, nuestra propuesta sería trabajar este concepto en las Ciencias Naturales de tercero, y no en primero.

Por otra parte, pensamos que nuestros resultados pueden hacer alguna aportación sobre el aprendizaje de conceptos de Geología en estas edades.

2. Metodología

2.1. Planteamiento del trabajo

Esta investigación se ha realizado con grupos de tercero de BUP entre los que había alumnos que habían cursado la programación alternativa (14%) y alumnos que habían seguido la programación tradicional (86%).

Para verificar nuestra hipótesis de trabajo se elaboró una prueba escrita, de la que se han valorado las dos preguntas que indicamos a continuación:

a) *"Imagínate que te dan una esfera sólida y maciza de un metro de diámetro y tienes que averiguar, sin partirla, cómo es por dentro."*

Explica, paso a paso, todo lo que harías para resolver este problema".

b) *"Si la esfera descrita anteriormente tuviera varios miles de kilómetros de diámetro ¿Aplicarías los mismos métodos?"*

Se planteó la formulación de las preguntas en términos fácilmente asequibles, evitando utilizar palabras científicas, en un intento de huir de las respuestas académicas; es decir, se buscaba que el alumno que utilizara conceptos científicos lo hiciera no de forma memorística sino aplicándolos a la resolución de un problema concreto, esto es, de forma significativa.

Estas cuestiones se pasaron a 128 alumnos de Ciencias Naturales de tercero de BUP el primer día de clase del curso 89-90.

Con objeto de poder hacer un seguimiento del aprendizaje de este concepto por parte de los alumnos se solicitó que el cuestionario se rellenara individual y nominalmente.

Los estudiantes encuestados pertenecían a cuatro grupos de dos institutos de Sevilla, "G.A. Bécquer" y "F. Herrera", localizados en zonas de extracción social desde clase media-baja a clase media-alta, de los que 25 no habían trabajado en primero la aplicación de los métodos indirectos al estudio de la estructura de la Tierra.

Entre los 103 alumnos restantes había 24 repetidores.

2.2.- Recogida e interpretación de datos.

Con el fin de establecer con claridad los criterios de clasificación de las respuestas, se leyeron previamente unas cuantas encuestas. Finalmente se establecieron seis categorías excluyentes y jerarquizadas de forma progresiva, que son:

1.- *No contesta.*

2.- *Sólo aplica métodos directos.*

3.- *Conoce las limitaciones de los métodos directos, (pesar, medir, manipular con el objeto).*

4.- *Aplica algún método indirecto, (p.e., ondas sísmicas).*

5.- *Aplica algún método indirecto y lo fundamenta.*

6.- *Otras respuestas.*

Ello permitió asignar cada uno de los cuestionarios exclusivamente a una de estas seis categorías.

Las encuestas han sido corregidas primero por varios profesores independientemente y después de forma conjunta.

Mientras se catalogaban las respuestas no se sabía qué alumnos habían seguido una u otra programación en primero.

Además de la investigación objeto de estudio, se tomó nota de algunos problemas que consideramos interesantes, como son:

- . Lectura, comprensión e interpretación de la información.
- . Expresión escrita.
- . Utilización de conceptos físicos.
- . Manejo de lenguaje científico.
- . Otros.

Como ejemplos representativos de los tipos de respuestas que se han incluido en cada categoría, señalamos las siguientes:

Categoría 2

1. *En primer lugar intentaría de encontrar un material con el que se pudiera perforar la esfera sin partirla, cuando lo tuviera haría una pequeña incisión en la superficie y adentraría la varita con cuidado hasta la mitad de su diametro, después cogería los restos que hubiera encontrado y los analizaría, tratando de averiguar de que material se trata y en que orden estaban, me podría hacer una idea de como están en interior.*

2. *Si la esfera tuviera un gran diametro como la tierra supongo que haría lo mismo.*

Categoría 3

1. *Haría varios agujeros de diferente profundidad pues la constitución de la esfera*

variaría de unos puntos a otros. En caso de que esto sirviera, sacaría una conclusión general sobre sus características

2. *No aplicaría los mismos métodos, ya que es imposible agujerear con un diámetro tan grande.*

Categoría 4

1. *Sumergiría la esfera en varios líquidos para ver que densidad podría tener.*

También, si pudiera tener la posibilidad, le aplicaría ondas S y P para saber el estado en el que se encuentra el elemento.

2. *No respecto a lo de los líquidos pero podría saber bastante con las ondas.*

Categoría 5

1. *Sometería a la esfera en unas ondas:*

a) *Buscaría un punto de la esfera.*

b) *Sometería a la esfera en ese punto a ondas sísmicas.*

c) *Recogería el resultado de esas ondas sísmicas y así obtendría las capas de distinta densidad que tuviera la esfera. En caso de que la esfera fuera de una sola densidad, ésta no tendría capas distintas y las ondas sísmicas recogidas.*

d) *Volvería a hacer lo mismo por otro punto de la esfera.*

Las ondas sísmicas me señalaría las posibles capas por su velocidad, de tal modo que si no hubiera cambio de velocidad es que la esfera está hecha de un solo material.

Según la velocidad que llevaran éstas ondas me indicarían si pasa por un medio sólido, vacío o líquido.

2. *Si aplicaría los mismos métodos, solo que en vez de someterla a ondas, utilizaría las ondas que transmiten los terremotos.*

Categoría 6

1. *Podría introducirle un líquido para ver su reacción.*

2. *No pues me sería imposible*

3. Resultados

3.1. Tablas y diagramas de respuestas

En la tabla 1 se exponen los resultados obtenidos para los cuatro grupos en relación con cada tipo de respuesta y la progra-

mación seguida en primero, que designaremos con las letras R para el curriculum renovado y T para el curriculum tradicional.

La tabla 2 recoge los datos expresados en porcentajes para el total de alumnos referidos a ambos tipos de curriculum.

		Categorías						Subtotal	Total
		1	2	3	4	5	6		
I	T	2	10	5	4	2	3	26	31
	R	-	3	1	1	-	-	5	
II	T	2	12	5	2	1	4	26	37
	R	1	2	3	3	-	2	11	
III	T	2	6	2	5	1	4	20	21
	R	1	-	-	-	-	-	1	
IV	T	-	11	4	6	3	7	31	39
	R	-	6	2	-	-	-	8	
T		6	39	16	17	7	18	103	128
R		2	11	6	4	-	2	25	
Total		8	50	22	21	7	20	128	

Tabla 1.- Frecuencias absolutas de respuestas para cada una de las categorías.

		Categorías						Total
		1	2	3	4	5	6	
I	T	6,4	32,2	16,1	12,9	6,4	9,7	83,72
	R	-	9,7	3,2	3,2	-	-	16,10
II	T	5,4	32,4	13,5	5,4	2,7	10,8	70,2
	R	2,7	5,4	8,1	8,1	-	5,4	29,7
III	T	9,5	28,6	9,5	23,8	4,8	19,1	95,2
	R	4,8	-	-	-	-	-	4,8
IV	T	-	28,2	10,2	15,4	7,7	17,9	79,4
	R	-	15,4	5,1	-	-	-	20,5
T		4,7	30,4	12,5	13,3	5,5	14,1	80,34
R		1,6	8,6	4,7	3,1	-	1,6	19,5
Total		6,2	39	17,2	16,4	5,5	13,6	99,84

Tabla 2.- Frecuencias relativas de respuestas para cada una de las categorías.

Clasificación global de alumnos según el tipo de respuesta (sin tener en cuenta el currículum seguido en primero de BUP).

a) Valores absolutos.

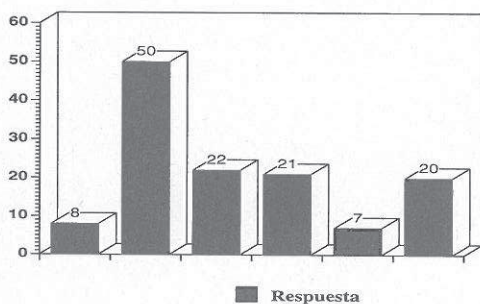


Gráfico 1.-Diagrama de barras correspondiente a los datos de la tabla 1.

b) Porcentajes.

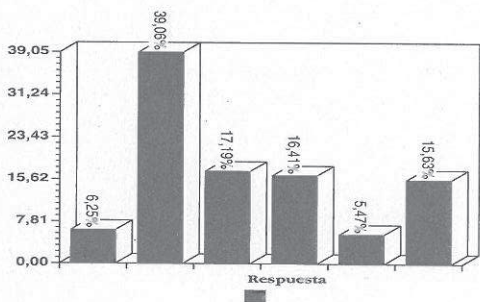


Gráfico 2.- Diagrama de barras correspondiente a los datos de la tabla 2.

Porcentajes de alumnos asignados a cada tipo de categoría según el currículum seguido en primero de BUP.

a) Currículum renovado.

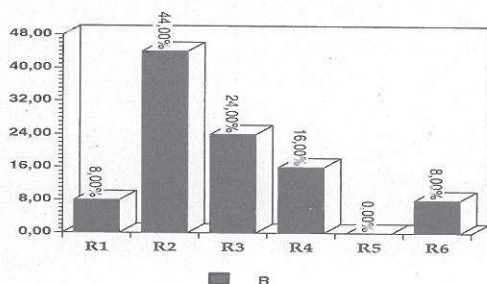


Gráfico 3.- Datos de la tabla 1 referidos a alumnos que han seguido un currículum renovado.

b) Currículum tradicional.

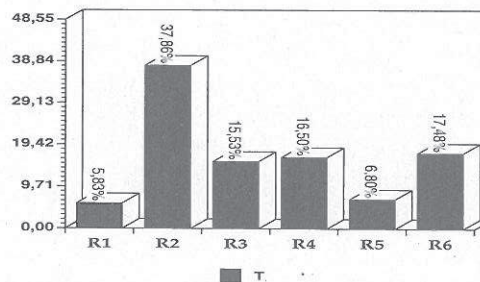


Gráfico 4.- Datos de la tabla 1 referidos a alumnos que han seguido un currículum tradicional.

3.2. Análisis e interpretación de los datos

- De los 103 alumnos que han cursado el estudio de los métodos indirectos en primero, solamente siete responden al cuestionario citando y fundamentando algún método indirecto (7%).

Hay que señalar que dos de estos siete alumnos son repetidores de tercero, curso en el que han podido aprender este concepto. Si se excluyen estos dos alumnos, el porcentaje de los que en primero habrían aprendido significativamente este concepto sería solamente del 5%.(Gráfico 5).

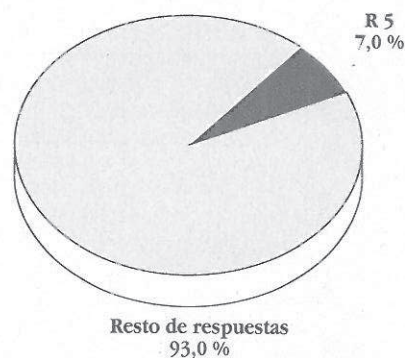


Gráfico 5.- Alumnos enseñanza tradicional.

- Tal como era de suponer ningún alumno de la enseñanza renovada cita métodos indirectos ni los fundamenta, lo que es lógico dado que estos temas no se han tocado en su currículum.

También hay que señalar que hay cuatro alumnos de este grupo (16%) que dan una respuesta mejor de la esperada (categoría 4), lo que indicaría que podrían haberlo aprendido fuera del contexto escolar, pudiéndose interpretar como una mejor actitud hacia el aprendizaje y una mayor capacidad para transferir conceptos adquiridos en otro ámbito.

- Si se compara el porcentaje de alumnos de ambos grupos (currículum tradicional y renovado) cuyas respuestas están catalogadas en los grupos 2, 3 y 4, observamos que hay un 84% de alumnos R y 68% de alumnos T. Teniendo en cuenta que con los alumnos R no se han trabajado los métodos indirectos damos a estos datos una especial relevancia.

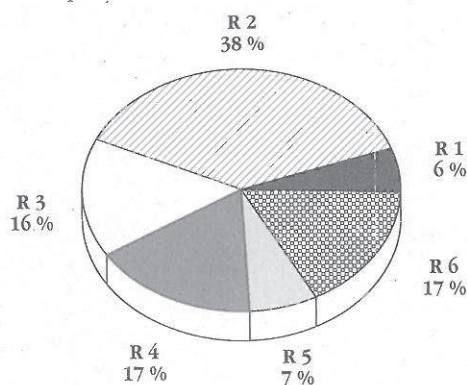


Gráfico 6.

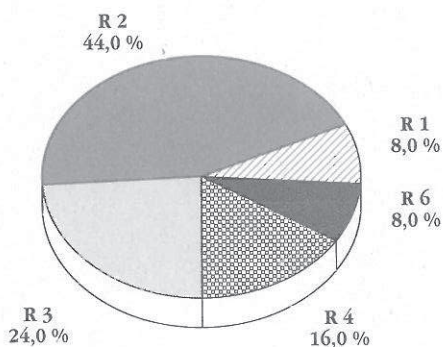


Gráfico 7.

- Si consideramos el porcentaje de alumnos que aborda el problema de forma incoherente, vemos que hay un 17% de alumnos T frente a un 4% de alumnos R, lo que podría indicar una actitud más rigurosa de estos últimos a la hora de afrontar un problema.

3.3. Otros resultados de interés

Aparte del objeto de nuestra propia investigación, hemos recogido otra serie de datos que pensamos sería interesante tener en cuenta a la hora de plantearse el aprendizaje de algunos conceptos científicos.

Los hemos categorizado en cuatro apartados:

Actitud ante la Ciencia y la Técnica

Se constata una supervaloración de la técnica atribuida a la labor científica: "le haría una ecografía para conocer su composición", "le aplicaría unos rayos especiales", ...

1º Utilizaría los rayos infrarojos para descubrir los que habría dentro.

2º Si, utilizaría un apartado mayor de infrarojos si pudiese ser.

Afirmaciones de este tipo revelan una concepción casi mágica de las Ciencias y del trabajo experimental, al que atribuyen una capacidad para resolver todo tipo de problemas sin ninguna clase de limitación.

Es frecuente encontrar respuestas del tipo: "a una esfera mayor le aplicaría un aparato mayor", lo que indica que recurren a técnicas sin conocer su fundamento o aplicando modelos sacados de la ciencia ficción.

1º Por medio de instrumental adecuado provisto de un transmisor de onda, capaz de determinar a cierta distancia la densidad resistencia de otros factores que me ayuden averiguar la composición y los materiales existentes.

2. Si pero esta vez lo haría desde un Satélite con estos aparatos que existen hoy

en día y yo controlaría la operación desde un centro receptor.

Errores relacionados con conceptos físicos ya estudiados

En este sentido hay que señalar que la mayoría de los alumnos no utiliza los conceptos adquiridos en otras disciplinas o bien los utilizan mal.

Como ejemplos podemos citar el hecho de que limiten el cálculo de la densidad a fenómenos de flotación y no a la relación masa/volumen, además hay alumnos que deducen la naturaleza de un cuerpo a partir de propiedades como el peso, el tamaño o la apariencia externa y también es muy frecuente que identifiquen el peso con la densidad.

En relación con el método científico

En general se observa que muy pocos alumnos se aproximan al problema desde una perspectiva científica: no hacen hipótesis de partida ni proponen experimentos adecuados y, en consecuencia, no hacen análisis de resultados ni de conclusiones.

A pesar de habérseles pedido de forma explícita en el cuestionario, los alumnos que aluden a algún aspecto metodológico lo hacen de forma inconexa y con poco rigor.

En relación con la comprensión del texto y la expresión escrita.

Hay un número considerable de alumnos que no lee correctamente la pregunta y por tanto parten de hipótesis y datos falsos y no responden a los aspectos que se les pide.

La expresión es en general deficiente, ambigua, con poco rigor científico y con numerosas faltas de ortografía.

4. Conclusiones

- De los 103 alumnos que habían trabajado los métodos indirectos en los que se ha hecho el estudio, solamente 5 han aprendido este concepto de manera significativa (*).

- Dada la gran cantidad de conceptos que conforman el curriculum de Ciencias Naturales en el Bachillerato y el resultado de este estudio, creemos que no es aconsejable incluir este aspecto en la selección de contenidos para trabajar en primero.

- Los porcentajes de alumnos incluidos en las categorías 2 y 3 (53% en alumnos T y 68% en alumnos R), donde sólo se mencionan los métodos directos y sus limitaciones son lo suficientemente altos como para considerar que éste es el nivel de formulación adecuado para trabajar en primero los métodos de estudio de la Tierra, dejando la posibilidad de abordar los métodos indirectos en niveles superiores.

REFERENCIAS

- ANGUITA, F. (1988) "La Geología en los diferentes niveles de la enseñanza: análisis y revisión de contenidos". *Henares*, 2, 137-142.
- AUSUBEL, D. P. (1978) *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas. México.
- CUBERO, R. (1988) "Los marcos conceptuales de los alumnos como esquemas de conocimiento: una interpretación cognitiva". *Investigación en la Escuela*, 4, 3-12.
- GAGLIARDI, R. (1988) "Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación". *Enseñanza de las Ciencias* 4 (1) 30-35.
- GARCIA, E. y GARCIA, F. (1990). *Aprender investigando*. Díada Ed. Serie Práctica, nº 2.

(*) Consultados los resultados obtenidos y el tamaño de las muestras de estudio no se hace necesario apoyarlos en pruebas estadísticas.

- GIL, D., (1.985) "El aprendizaje de las Ciencias como cambio conceptual y metodológico" *Nueva Enseñanza de las Ciencias*. Ed. Serv. Publ. MEC., 129-138.
- GIORDAN, A., (1.982) *La Enseñanza de las Ciencias Siglo XXI*, Ed. Madrid.
- GIORDAN, A. Y DE VECCHI, G. (1.988) *Los orígenes del saber*. Díada, Sevilla.
- GRANDA, A. (1.988) "Esquemas conceptuales previos de los alumnos en Geología". *Enseñanza de las Ciencias*. 6 (3) 239-243.
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1.989) *La Ciencia de los alumnos*. Ed. LAIA MEC. Madrid.
- HODSON, D. (1.986). "Filosofía de la Ciencia y educación científica". En: Porlan, García y Cañal (1.988): *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla, Díada.
- JIMENEZ, M.P. (1.985) "Modelo de comportamiento de materiales ante fuerzas mecánicas". *Enseñanza de las Ciencias*. 3 (2) 108-112.
- NOVAK, J.D. y GOWIN, D.B. (1.988) *Aprendiendo a aprender*. Ed. Martínez Roca. Barcelona.
- PEDRINACI, E. (1.987) "Representaciones de los alumnos sobre los cambios geológicos". *Investigación en la Escuela* 2, 65-74.
- PEREZ, S. y GONZALEZ, F. (1.987) "Estrategias pedagógicas para hacer evolucionar las concepciones de los alumnos de 1º de BUP sobre la estabilidad de la litosfera y la génesis de los filones" *VII Jornadas de Reforma de las EEMM*. Marbella, 6 pp.
- SEQUEIROS, L. (1.990). "¿Cómo seleccionar los contenidos básicos en Geología?" *Jornadas sobre Enseñanza de la Geología*. Marzo 1990. Sevilla.
- YUS, R. y REBOLLO, M. (1.988) "Elementos de un modelo didáctico de enfoque constructivista para la enseñanza de la Geología en el ciclo 12-16". *Henares. Rev. Geol. V Simposium sobre Enseñanza de la Geología*. nº 2.

Summary

The results of our research show that First Year BUP students don't develop a meaningful learning of indirect methods applied to the study of the Earth structure. This work arrives at the conclusion that students from traditional education (where this concept is studied) and students developing an alternative curriculum (where this concept is not included) don't show any difference in their learning process. So that, given the extent of Science curriculum in this first year, we propose not to include the study of indirect methods, maintaining only direct methods. Résumé

RÉSUMÉ

Les résultats de notre recherche montrent que les élèves du premier cours de BUP n'ont pas un apprentissage significatif des méthodes indirectes appliquées à l'étude de l'estructure de la Terre. Dans ce travail on peut voir comment les élèves qui ont suivi un enseignement traditionnel (où on étudie ce concept) et les élèves qui ont suivi un curriculum alternatif (où ce concept n'est pas compris) ne montrent pas aucune différence quant à leur apprentissage. A partir de ces résultats et de la considération de l'amplitude du curriculum des Ciencias de la Nature du premier cours de BUP, on ne conseille pas l'inclusion dans ce curriculum de l'étude des méthodes indirectes, en maintenant seulement les indirectes.