

## LA RECONSTRUCCION DE LA LECCION: UN ESTIMULO PARA EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN EDUCACION BASICA

CASAS PELAEZ, J., ESCUDERO ESCORZA, T., PUEY BERNUES, M.L.

Universidad de Zaragoza

---

### SUMMARY

The research reported below is an attempt to measure the value of «lesson reconstruction» as a didactic stimulus. More than one hundred students, belonging to three classes of the seventh year of Basic Education, participated in this study. The subject matter was Natural Sciences and, more specifically, Physics.

The treatments of the two experimental groups were two different types of «lesson reconstruction», one of them based on the questioning by the teacher, and the other based on questionnaires applied to small groups of students. The third group of students was the control group. The results, reported for individuals and groups, show that these treatments can be effective after an accommodation period, more significantly in the treatment based on questionnaires.

---

### INTRODUCCION

No tenemos referencia de que la «reconstrucción de la lección» en sentido inverso, efectuándose desde los conceptos últimamente expuestos hasta los iniciales, se haya utilizado como estímulo didáctico y, en consecuencia, de que se hayan medido los efectos de este tratamiento. No obstante, «la reconstrucción de la lección» podríamos considerarla como un tipo particular de evaluación periódica, tema de interés para los investigadores durante varias décadas. Colvin (1913), Peterson (1916), Jones (1923) coincidieron al señalar que el aprendizaje de los estudiantes se influenciaba positivamente ante la presencia de un examen, porque ello introducía actividad en la clase y además proporcionaba al alumno información sobre la situación de su aprendizaje. Pease (1930) y Tyler y Chalmers (1943) llegaron a resultados similares unos años después.

Davies (1943) sugirió la evaluación después de cada unidad didáctica ya que entre otras ventajas permite fijar los nuevos conocimientos. Standlee y Popham (1960) ofrecieron cuatro razones relativas al hecho de que la evaluación periódica influya positivamente en el aprendizaje: a) motivación extrínseca; b) feedback para el estudiante; c) ayuda a estructurar el curso y d) mayor

actividad en el aula. Monk y Stalling (1971) sugirieron la utilización de los exámenes como diagnóstico de las dificultades del estudiante con la materia y como medio de contrastar la eficacia del profesor.

En un estudio más reciente, Escudero (1979) mostró que diversos tratamientos de evaluación periódica refuerzan la adquisición de diferentes destrezas cognitivas por los estudiantes universitarios de Ciencias, y que hay interacciones entre tratamiento y tipos de estudiante (de alto y bajo rendimiento previo). Al mismo tiempo, Escudero ofreció una síntesis de los resultados obtenidos por la investigación sobre la evaluación periódica como estímulo didáctico.

La mayor parte de las características de la evaluación periódica conciernen también a la «reconstrucción de la lección» la cual además refuerza la reversibilidad del pensamiento en el estudiante cuando, como en este estudio, la reconstrucción va hacia atrás, desde los últimos conceptos, relacionándolos con sus predecesores, hasta los iniciales de la lección. Esta característica conecta nuestro tratamiento con el periodo de las operaciones concretas de la teoría Piagetiana. Las edades de nuestros estudiantes oscilaban entre 12-13 años, que es

cuando se inician en el período de las operaciones formales. Sin embargo pueden quedar residuos de la etapa de las operaciones concretas e incluso de la preoperacional. Los problemas pedagógicos más decisivos se relacionan con el descentramiento, la reversibilidad y la formalización del pensamiento. Nuestro tratamiento permite al alumno ejercitarse en la reversibilidad, impulsando el paso a la siguiente etapa evolutiva a los alumnos rezagados.

Por otra parte, con la ayuda del profesor, la reconstrucción introduce al estudiante en la realización de análisis sencillos, que es una destreza que los estudiantes pueden adquirir a esta edad. Basados en estas consideraciones, nuestro trabajo fue diseñado con la idea de mejorar el rendimiento y actitudes de los alumnos de séptimo de EGB en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, en la que principalmente se imparte Física.

### OBJETIVOS E HIPOTESIS

El objetivo concreto de este estudio experimental era el de analizar el valor de dos tipos de reconstrucción inversa de la lección como tratamiento didáctico en la clase de Ciencias, en la última etapa de la Educación General Básica. Lógicamente el objetivo más remoto es el de buscar vías didácticas que puedan introducirse sin demasiadas dificultades en nuestras clases de Ciencias, para mejorar el rendimiento y las actitudes de los alumnos.

La hipótesis fundamental de la que partíamos era que nuestros tratamientos de reconstrucción afectaban significativamente y de manera positiva al rendimiento de los alumnos de última etapa de EGB en la disciplina de Ciencias Naturales.

Sin plantearnos de manera rigurosa su contraste estadístico, también íbamos a indagar sobre el efecto de los tratamientos en las actitudes de los alumnos hacia las ciencias y hacia la clase de Ciencias.

### METODOLOGIA

Nuestro estudio fue llevado a cabo con alumnos de séptimo de EGB del Colegio Nacional Mixto de Prácticas de Huesca, durante el segundo y tercer trimestre del curso. Los alumnos de séptimo, 104, estaban distribuidos por orden alfabético de apellidos en tres grupos: 35 alumnos en los grupos A y B y 34 en el C.

Los tres grupos tenían una misma profesora y por lo tanto el mismo esquema didáctico, el habitual en la profesora. La única diferencia radicaba en los tratamientos que se asignaron al azar. El grupo C fue el grupo de Control.

El grupo A se expuso al tratamiento 1, que consistía en la reconstrucción de cada lección, inmediatamente después de su explicación, mediante preguntas realizadas por la profesora a los alumnos. Las preguntas se realizaban tomando como punto de partida los con-

ceptos explicados al final, llegando, de manera escalonada, a los expuestos inicialmente. Este proceso se llevaba a cabo también al finalizar la unidad didáctica. Estas reconstrucciones eran muy rápidas (alrededor de 5 minutos).

El grupo B se expuso al tratamiento 2, basado en la reconstrucción de cada unidad didáctica con la ayuda de un cuestionario que era una síntesis de las preguntas utilizadas en el tratamiento 1, siguiendo, asimismo, el principio de reversibilidad. El cuestionario se cumplimentaba en grupo de 4-5 estudiantes, el día siguiente a haber terminado la unidad didáctica. Inmediatamente se daban las respuestas correctas por medio de un interrogatorio entre la profesora y los grupos. Este proceso solía tener una duración entre 20 y 30 minutos.

El grupo de control siguió un esquema de clase idéntico a los otros grupos sin la alteración de los tratamientos, que por su escaso tiempo de aplicación modificaban los ritmos de manera muy ligera. Estas pequeñas diferencias se traducían en el grupo C en actividades que hacían los alumnos y que eran variadas en su forma y contenido, como corresponde a una clase normal. (Naturalmente, algunas eran de síntesis).

Además de las operaciones indicadas y para asegurar el control experimental, antes de los tratamientos los estudiantes contestaron dos tests de Inteligencia (Otis Sencillo y Raven), un test sobre conocimientos previos en Física y Matemáticas y un cuestionario de intereses y actitudes en Física, el cual se aplicó también al finalizar los tratamientos experimentales, para ver si había cambios en los grupos.

### MEDIDAS

Independientemente del cuestionario de intereses y actitudes, se estudiaron seis variables como control de las características de los grupos antes de poner en marcha el experimento. Estas seis variables eran las siguientes (el rango de variación de la escala de medida aparece entre paréntesis):

- $E_1$ : Rendimiento en la primera evaluación (0-10)
- $E_2$ : Rendimiento en la segunda evaluación (0-10)
- TÍ: Rendimiento en el Test Inicial (pre-test) del experimento (0-21).
- $E_i$ : Rendimiento inicial global (0-10). Media de  $E_1$ ,  $E_2$ , T.I.
- O: Test Otis Sencillo (0-75).
- R: Test Raven-Series A, B, C, D, E, (0-60)

$E_1$  y  $E_2$  eran los resultados de dos evaluaciones que los estudiantes habían realizado antes de poner en marcha los experimentos. TI era un test de elección múltiple aplicado antes de los experimentos para controlar los conocimientos iniciales en Física y Matemáticas.

Durante los experimentos el rendimiento se controló tres veces con tests fundamentalmente constituidos por preguntas de opción múltiples.

E<sub>3</sub>: Rendimiento en la tercera evaluación (0-17).  
 E<sub>4</sub>: Rendimiento en la cuarta evaluación (0-17).  
 E<sub>5</sub>: Rendimiento en la quinta evaluación (0-15).

Realizamos también dos medidas globales del rendimiento:

E<sub>f</sub>: Rendimiento final global (0-10). Media de E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>5</sub>. (Se llevó a cabo la correspondiente transformación de escalas).

PP: Prueba de Promoción (0-20) aplicada a fin de curso, resuelta únicamente por los alumnos que no tenían asignaturas pendientes en el curso anterior. En el grupo A 34 alumnos, 29 en el B y 32 en el C.

**LOS GRUPOS ANTES DE LOS TRATAMIENTOS**

Las medias aritméticas y varianzas estimadas de O, R, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, TI y E<sub>i</sub> en los tres grupos se compararon usando los tests de significación t y F. Los valores críticos de t y F se calcularon por interpolación y el estadístico t por la fórmula de Cochran y Cox (1957), cuando las varianzas no eran iguales. La Tabla I muestra los contrastes entre los grupos experimentales y de control para medias y varianzas en cada una de las seis variables.

No hay diferencias significativas entre las medidas de los grupos experimentales y el grupo de control, con la excepción del test de Raven (R) entre A y C ( $p < 0,1$ ), y el rendimiento en el test inicial (TI) entre B y C ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, hay diferencias entre varianzas en la mayor parte de las variables.

Resumiendo, los grupos se formaron por orden alfabético y los tratamientos se asignaron al azar, los tres grupos eran similares en las medias para las variables de control, si bien el grupo B tiene medias ligeramente inferiores que A y C. Por otra parte, el grupo C tenía una mayor dispersión que los grupos A y B en la mayoría de las variables.

Las actitudes del alumnado y su interés hacia esta materia eran antes de los tratamientos, en general positivas y similares en los tres grupos.

**RESULTADOS**

Los rendimientos en las cinco variables medidas durante o después de los tratamientos experimentales (E<sub>3</sub>, E<sub>4</sub>, E<sub>5</sub>, E<sub>f</sub> y PP) se analizaron de la misma manera que las variables pre-experimentales. Estas medidas y varianzas figuran en la Tabla II.

TABLA I

Contraste de medias y varianzas de las Variables Pre-experimentales entre los Grupos Experimentales (A y B) y el Grupo de Control (C). ( $N_A = N_B = 35$ ,  $N_C = 34$ )

Variable	Contraste A-C		Contraste B-C	
	t	F	t	F
O	0,47	1,4	-1	1,13
R	1,45*	2,13**	-1,07	2,69**
E <sub>1</sub>	0,37	2,55**	-0,13	1,59*
E <sub>2</sub>	1,22	1,62*	0,62	1,03
TI	-0,27	1,99*	-1,95**	2,38***
E <sub>i</sub>	0,67	2,25**	-0,20	1,6

\*  $p < 0,1$

\*\*  $p < 0,05$

\*\*\*  $p < 0,01$

TABLA II

Medias y varianzas (debajo entre paréntesis) para las variables Experimentales.

Grupo	Variable				
	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	PP	E <sub>f</sub>
A	7,41 (8,85)	6,75 (9,76)	10,49 (5,73)	8,26 (9,89)	5,11 (2,36)
B	6,89 (10,46)	6,12 (8,65)	10,66 (6,08)	7,71 (7,34)	4,92 (2,29)
C	8,43 (14,74)	6,63 (9,60)	8,51 (7,01)	8,07 (15,08)	4,84 (2,74)

Las medias y varianzas anteriores se compararon entre los grupos experimentales y el grupo de control, con los resultados que se muestran en la Tabla III.

TABLA III

Contraste de Medias y Varianzas para los Variables Rendimiento medidas durante y después de los tratamientos ( $N_A=N_B=35$ ,  $N_C=34$ ). Para la Prueba de Promoción (PP) ( $N_A=34$ ,  $N_b=29$  y  $N_C=32$ ).

Variable	Contraste A-C		Contraste B-C	
	t	F	t	F
E <sub>3</sub>	1,23	1,67*	-1,81**	1,41
E <sub>4</sub>	0,16	0,98	-0,70	1,11
E <sub>5</sub>	3,25***	1,22	3,47***	1,15
PP	0,22	1,52	-0,41	2,05**
E <sub>f</sub>	0,71	1,16	0,21	1,19

\*  $p < 0,1$       \*\*  $p < 0,05$       \*\*\*  $p < 0,01$

Las medias y varianzas anteriores se compararon entre los grupos experimentales y el grupo de control, con los resultados que se muestran en la Tabla III.

Se puede observar que para las medias de la variable  $E_5$  (el último test parcial del curso), la diferencia es significativa en ambos contrastes a favor del grupo experimental ( $p < 0,01$ ). Para  $E_3$  la diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en medias es a favor del grupo de control. Para las varianzas, hay diferencias significativas para  $E_3$  en el contraste A-C ( $p < 0,1$ ) y para PP en el contraste B-C ( $p < 0,05$ ). En ambos casos la dispersión es más alta en el grupo de control.

Obtenidos estos resultados y teniendo en cuenta que inicialmente habrá diferencias entre los grupos en algunas variables, si bien estas diferencias no eran siempre significativas, decidimos aplicar un análisis de covarianza, con  $E_f$  como variable dependiente y ( $E_i$ ) como covariable. Los resultados se muestran en la Tabla IV.

A partir de este análisis de covarianza puede observarse que los tratamientos no afectan de forma significativa a nuestro rendimiento final, definido como la media de los rendimientos parciales desde el comienzo del experimento. Este resultado confirma que el efecto significativo de los tratamientos aparece una vez que el estudiante se ha adaptado a ellos.

Para corroborar esto realizamos otro análisis de covarianza, con  $E_5$  como variable dependiente y  $E_i$  como covariable. Los resultados se muestran en la Tabla V.

Este resultado confirma plenamente nuestra hipótesis sobre la adaptación del alumnado a los tratamientos. El valor de  $F = 13,44$  obtenido ahora, es significativo al nivel  $p < 0,01$  y en consecuencia la variación en las medias de  $E_5$  no puede atribuirse a la influencia del Rendimiento Inicial global, imputándose forzosamente a nuestros tratamientos.

Por otra parte, se analizaron los rendimientos en Matemáticas, asignatura similar a la nuestra, antes y después del experimento y no hubo ningún cambio significativo como consecuencia de los tratamientos efectuados en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza. Se observa una clara independencia entre lo que sucede en ambas asignaturas.

Por último, al finalizar el curso los estudiantes contestaron el cuestionario de actitudes y dieron sus opiniones sobre el curso y los tratamientos. Sintetizando estas respuestas diremos que: a) los estudiantes de los grupos experimentales consideraron los tratamientos útiles para el aprendizaje, b) los estudiantes de los grupos experimentales consideraron la asignatura de Ciencias de la Naturaleza más fácil e interesante que los del grupo de control y c) los exámenes mediante pruebas

TABLA IV

Análisis de Covarianza sobre el Rendimiento Final ( $E_f$ ) con el Rendimiento Inicial ( $E_i$ ) como covariable.

Fuente	SS	df	Ajuste (SS)	df	MS	F
Entre	2,22	2	0,32	2	0,16	0,18
Dentro	255,41	101	90,12	100	0,90	

TABLA V

Análisis de covarianza sobre el Rendimiento en la quinta evaluación ( $E_5$ ) con el rendimiento Inicial ( $E_i$ ) como covariable.

Fuente	SS	df	Ajuste (SS)	df	MS	F
Entre	2,22	2	41,37	2	20,69	13,44
Dentro	255,41	101	154,28	100	1,54	

de elección múltiple de cinco alternativas no supusieron ningún problema para los estudiantes teniendo un alto nivel de aceptación, similar en los tres grupos.

### CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El tratamiento experimental 1 basado en la reconstrucción de la lección inmediatamente después de su explicación, mediante preguntas hechas por la profesora a los estudiantes individualmente y partiendo desde los últimos conceptos hasta los iniciales tuvo un efecto significativo y positivo sobre la media de rendimientos en la última evaluación parcial ( $E_5$ ) del curso ( $p < 0,01$ ).

La reconstrucción de cada unidad didáctica, basada sobre el mismo principio de reversibilidad, con la ayuda de un cuestionario que era una síntesis de las preguntas utilizadas en el tratamiento 1 también tuvo un efecto positivo ( $p < 0,01$ ) sobre la media de la última evaluación del curso. Este efecto significativo es más destacable si consideramos que el grupo experimental era antes de los tratamientos (TI) y al comienzo de estos ( $E_1$ ) significativamente ( $p < 0,05$ ) inferior en rendimiento al grupo de control.

Los dos resultados anteriores, conjuntamente con los resultados de los análisis de covarianza para el Rendimiento final y el Rendimiento en la quinta evaluación covariados, con el Rendimiento Inicial y la ausencia de efectos sobre el rendimiento en otras asignaturas, indican que la reconstrucción de la lección en las dos modalidades utilizadas es un estímulo didáctico de gran validez potencial en los últimos niveles de la EGB. Sin embargo, para que los efectos resulten significativos es necesario un periodo de acomodación de los estudiantes a los tratamientos.

El hecho de que el tratamiento 2 resulta un estímulo tal vez más efectivo que el tratamiento 1 puede estar causado por varias razones.

En primer lugar, es posible que las preguntas estructuradas por escrito sean más efectivas que las preguntas directas. Por otra parte, el trabajo en grupo puede ser más motivante que el trabajo individual. La tercera razón puede estar en la interacción de la primera de las razones (la estructuración de las preguntas escritas) y la periodicidad del tratamiento. Escudero (1979), en su síntesis sobre estudios de la evaluación periódica, defiende la idea de que la periodicidad marcada por la

unidad didáctica resulta la más apropiada para este tipo de tratamiento. Este era el caso del tratamiento 2. En el tratamiento 1 la aplicación del estímulo era más frecuente (al final de cada lección), y aunque también se reconstruía la unidad didáctica se hacía de manera rápida y menos estructurada que en el tratamiento 2, pudiendo confundirse, de alguna manera, con una nueva reconstrucción de la elección. Estos puntos pueden ser objeto de futuras investigaciones.

Al comienzo de los tratamientos aumenta la dispersión en los grupos experimentales. A lo largo de los tratamientos la dispersión va disminuyendo, pero siempre se mantiene superior a la inicial. Para confirmar estos efectos y tendencias en medias y desviaciones típicas sería necesario continuar con las aplicaciones de nuestros tratamientos experimentales durante más tiempo.

Los cambios positivos en actitudes e intereses en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza que introducen los tratamientos refuerzan la validez potencial de este tipo de estímulo didáctico.

Resumiendo, la reconstrucción de la lección en sentido inverso es un estímulo válido para el aprendizaje científico en los niveles básicos. Después de un periodo de acomodación, constituye un efecto positivo sobre rendimiento y actitudes. No interfiere con otras asignaturas.

Podemos considerar estos tratamientos como un tipo de evaluación/estímulo periódica, realizada de forma que disminuye la ansiedad en los estudiantes, refuerza los procesos de comprensión de conceptos y promueve las operaciones simples de análisis y síntesis.

En un sistema educativo como el nuestro, muy necesitado de metodología didáctica más dinámica, los tratamientos que hemos experimentado son de gran interés porque introducen actividad en el aula, son fácilmente compatibles con otros tipos de actividades y producen efectos positivos sobre los productos educacionales. Estas razones son suficientes para probar la validez de este tipo de estímulo didáctico. No obstante, se precisa más investigación para estudiar el problema del periodo de acomodación, los efectos en largos periodos de aplicación, las diferentes formas de diseñar los tratamientos y los efectos pasado un tiempo después de la aplicación de los tratamientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- COCHRAN, W.G. y COX, G.M., 1957, *Experimental Design*. (New York: John Wiley y Sons).
- COLVIN, S.S. 1913, *The Learning Process*. (New York: The MacMillan Co).
- DAVIES, A., 1943, Testing and the course of classroom learning. *Journal of Educational Psychology*, 34, 526-531.
- ESCUDERO ESCORZA, T., 1979, *Enseñanza de la Física en la Universidad. La evaluación periódica como estímulo didáctico*. (Madrid: Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación).
- FERGUSON, G.A., 1976, *Statistical Analysis in Psychology and Education*. (New York: Mc Graw Hill).
- JONES, H.E. 1923, Experimental studies of college teaching. *Archives of Psychology*, nº 68.
- MONK, J.J. y STALLING, W.M., 1971, Another look at the relationship between frequency of testing and learning. *Science Education*, 55, 183-188.
- PEASE, G.R., 1930, Should teachers give warning of tests and examinations? *Journal of Educational Psychology*, 21, 273-277.
- PETERSON, J., 1916, The effect of attitude on immediate and delayed retention: A class experiment. *Journal of Educational Psychology*, 7, 523-532.
- STANDLEE, L.L.S. y POPHAM, W.J., 1960, Quizzes contribution to learning. *Journal of Educational Psychology*, 51, 322-325.
- TYLER, F.T. y CHALMERS, T.M., 1943, The effect on scores of warning junior high school pupils of coming tests. *Journal of Educational Research*, 37, 290-296.

