

EXPERIENCIAS DE CLASE

**CIRCUITOS ELÉCTRICOS:
PROBLEMAS DE APRENDIZAJE**

M^a Teresa Martín Sánchez
CEI de Zamora.

Manuela Martín Sánchez
EU «Pablo Montesino», Universidad
Complutense de Madrid.

Carlos Ribeiro Díaz
EU «Pablo Montesino», Universidad
Complutense de Madrid.

Introducción

Dentro de las investigaciones que se están haciendo en los últimos años sobre las dificultades que el aprendizaje de la Física plantea a los alumnos de nivel elemental, posiblemente, uno de los temas más estudiados sea el de «Circuitos Eléctricos»; quizás por la facilidad de disponer de material y por el interés que los alumnos tienen por su relación con la vida diaria, aunque muchos tengan un cierto respeto por haber sufrido algún «calambrazo» del que no guardan muy buen recuerdo.

De los trabajos que se encuentran en la bibliografía, y de los que podríamos citar Arnold (1987), Fredette (1980), Osborne (1984) y Shipstone (1984), se deduce la dificultad que este tema encierra y la frecuencia con que se repiten errores de todo tipo.

Es un tema al que le hemos prestado una especial atención porque lo considerábamos adecuado para el estudio, simultáneamente desde el punto de vista teórico y práctico, a distintos niveles e incluso podía ser válido para desarrollar la capacidad de observación de los alumnos de EGB.

Entre las actividades que hemos realizado con alumnos de EGB a las cuales han asistido los alumnos de Física de Profesorado de EGB como observadores, para después en un seminario discutir las ventajas, inconvenientes, objetivos, etc., de este tipo de trabajos, uno de los temas que hemos tratado durante varios cursos ha sido el de circuitos eléctricos.

Con este fin, a alumnos de 6^o y 7^o de EGB les dábamos, a cada uno, una pila de 1.5 V, una bombilla de 3.5 V 0.2 A y un trozo de cable de múltiples hilos de unos diez centímetros de longitud, al que se le ha quitado el aislante en los extremos, y les pedíamos que hi-

cieran la conexión de la bombilla con la pila, de todas las formas posibles, para que la bombilla funcionara. De cada una de las formas debían hacer en su cuaderno un dibujo. Posteriormente sacábamos a tres o cuatro al encerrado, para que hicieran sus dibujos y discutíamos cuáles eran correctos y cuáles no, haciendo un especial énfasis en que buscaran la estructura de la bombilla y la finalidad de cada una de sus partes.

A continuación y siguiendo una metodología similar les decíamos que se juntaran de dos en dos, y a una sola pila, conectaran las dos bombillas. En la discusión posterior se llegaba a las dos posibilidades de conexión en serie y en paralelo, haciendo los dibujos de los dos casos señalando expresamente el camino de la corriente en el interior de la bombilla.

Por no disponer, casualmente, de alumnos de EGB un día que pensábamos realizar esta actividad, decidimos hacerla con los alumnos de 2^o curso de la especialidad de Ciencias de Profesorado de EGB y nos quedamos muy sorprendidos al ver cómo el porcentaje de alumnos que fueron incapaces de hacer la conexión fue muy alto. Lo normal era que unieran los dos polos de la pila con el cable y colocaran la bombilla encima, que es una de las posibilidades que aparece como detectada, en los trabajos que hemos indicado anteriormente, con más frecuencia.

Posteriormente, varios cursos, hemos repetido la experiencia con los alumnos de Profesorado de EGB y hemos encontrado que alrededor de un 60% son incapaces de conectar la bombilla de forma correcta. La mayoría de los alumnos que eran capaces de hacer la conexión, terminaban confesando que habían montado circuitos eléctricos varias veces y era algo que conocían. No existía ninguna relación entre la capacidad intelectual de los alumnos, y el que hubieran sido capaces de hacer la conexión. Con bastante frecuencia detectamos que los alumnos de mejores calificaciones habían sido incapaces de conseguir que la bombilla funcionara. Sin embargo el porcentaje de alumnos de EGB que habían sido capaces de hacer la conexión era superior al de los de Profesorado de EGB, y además cambiaban de posición los distintos ele-

mentos con más rapidez tratando de conseguir que la bombilla diera luz, sin aferrarse a una posición en concreto, posiblemente porque la espontaneidad de los alumnos de EGB es mayor, y por otra parte no tienen tantas ideas previas de lo que es o no es fundamental.

Está claro que el problema reside en que para los alumnos las bombillas son las clásicas «cajas negras» en las que nunca han tratado de buscar cómo están hechas y como está colocado ese «camino conductor».

Los alumnos de Profesorado de EGB, en torno al 95%, habían hecho en COU la especialidad de Ciencias, con Física obligatoria y todos dibujaban de una forma correcta un esquema de un circuito con una pila y una bombilla.

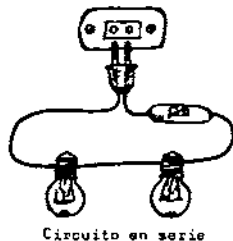
Durante el curso actual (87/88) antes de comenzar el tema de circuitos eléctricos, con un grupo de alumnos de 2^o curso de Profesorado de EGB les pedimos que escribieran, en una hoja anónima, la definición que ellos darían de corriente eléctrica, indicando si la corriente de su casa era alterna o continua y que justificaran por qué. El 80% definió la corriente como el paso de electrones, o de cargas eléctricas, a través de un conductor. El 43% decía que la corriente de su casa era alterna porque los electrones al moverse cambiaban de sentido, el 20% decía que era alterna porque unas veces se utilizaba y otras no, y el 31% afirma que era continua. El resto no contestaba.

A continuación hicimos la experiencia de conectar la bombilla con la pila, que hemos descrito antes, obteniendo un porcentaje que fue incapaz de conectarla similar al que hemos indicado. En la discusión posterior, sobre la adecuación de este trabajo para EGB y acerca de haberlo realizado con ello el 95% lo calificó de positivo, e incluso opinaban que se debían repetir clases de ese tipo.

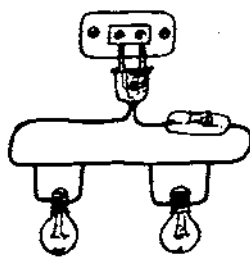
Al día siguiente, con 36 alumnos en el aula, les pedimos que de forma individual y anónima contestaran el cuestionario que presentamos en el apartado siguiente.

A continuación transcribimos un fragmento de un texto de ciclo superior de EGB, así como la ilustración gráfica correspondiente.

«Según aprendiste en sexto curso, si conectas dos bombillas en serie dan menos luz que cada una por separado. Por el contrario, si las conectas en paralelo, dan la misma luz que si conectaras una sola bombilla (fig. 1).



Circuito en serie



Circuito en paralelo

Por este motivo, todos los circuitos de tu casa están montados en paralelo.

El esquema te muestra una manera en que podría hacerse. En la práctica todas las conexiones se realizan en una caja que hay en la mayoría de las habitaciones. Por todas estas cajas pasa un cable general de suministro al piso.

Al hacer la conexión el cable de ida y el de retorno van juntos, ocupando menos espacio. Los interruptores cortan la corriente en uno de los dos hilos, según puedes ver en el dibujo».

Debe leer cuidadosamente el texto y contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Considera que es correcto, desde el punto de vista científico, lo que dice? Lo mismo si la contestación es afirmativa que si es negativa debe justificarla.
2. Indique su opinión del texto desde el punto de vista didáctico.
3. Si considera que hay una forma más correcta o más didáctica de hacer los dibujos, hágala.
4. Represente esquemáticamente los circuitos que tiene en el dibujo del texto que le hemos dado.

5. Haga un esquema de la instalación eléctrica de una casa que únicamente tiene tres habitaciones con una bombilla en cada una.

Análisis de los resultados

La pregunta 3 la incluimos con objeto de que se fijaran en los dibujos porque este texto, fotocopiado de un libro de EGB, con otro cuestionario lo habíamos puesto el curso pasado en el examen final de electricidad, y de 60 alumnos solamente uno se habían dado cuenta del error de la conexión en paralelo. Al comentar los resultados del examen la mayoría de los alumnos afirmaban que ni siquiera se habían dado cuenta de que existía un dibujo.

De los 36 alumnos que había en el aula sólo 3 se dieron cuenta del error del dibujo y en la pregunta 4 sólo 10 hacían el esquema que realmente correspondía al dibujo, mientras que 15 representaban dos bombillas en paralelo de forma correcta, y la pregunta 5 la contestaban bien únicamente 7 alumnos.

De los 36 alumnos que había en el aula 33 habían hecho Física en COU, y además la semana anterior habíamos hablado de asociaciones de condensadores en serie y en derivación, e incluso se habían resuelto varios ejercicios sobre ese tema.

Como ya hemos indicado hemos repetido experiencias similares demasiadas veces con resultados parecidos para poder pensar que la culpa es de los alumnos, de los profesores que han tenido antes, de los sistemas de enseñanza, etc. Está claro que si se debiera al sistema se daría sólo con nuestros alumnos y la bibliografía nos indica lo contrario.

Saltiel y Viennot (1985) describen una investigación que han hecho buscando si existe un paralelismo entre el desarrollo histórico de la Física y la forma en que los alumnos aprenden Física y llegan a la conclusión, con los datos que obtienen, que no se puede hablar de paralelismo, sino de una semejanza de los dos procesos en cuanto a la lentitud con que se desarrollan y las dificultades que hay que salvar.

Evidentemente la causa es que lo que a los profesores nos parece tan trivial después de repetirlo una y otra vez, año tras año, para los alumnos que tienen

que asimilarlo por primera vez no es tan simple.

Por eso el profesor deberá buscar en cada momento las dificultades que tiene que salvar el alumno, así como medios, técnicas... que le puedan ayudar a salvarlas.

La efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje será mayor en la medida en que la búsqueda y aplicación de los resultados se haga de una forma planificada y no mediante una simple observación. En este sentido creemos que el profesor debe ser un «investigador» dentro del aula, pero sin olvidar que *para conocer el origen de las mareas no es suficiente con estudiar las olas* (Barandiaran 1987).

Referencias bibliográficas

Arnold, M., 1987. Being constructive: an alternative approach to teaching of introductory ideas in the electricity, *International Journal of Science Education*, Vol. 9 (5), pp. 553-563.

Barandiaran, J.M., 1987. Final del discurso de la investidura como Doctor Honoris Causa de la Universidad Complutense, Madrid.

Fredette, N. y Lochhead, J., 1980. Students' Conceptions of simple circuits, *The Physics Teacher*, Vol. 18, pp. 194-198.

Joshua, S., 1984. Students' interpretation of simple electrical diagrams, *European Journal of Science Education*, Vol. 6 (3), pp. 271-275.

Osborne, R.J., 1983. Towards modifying children's ideas about electric current, *Research in Science and technological education*, Vol. 1, pp. 73-82.

Saltiel, E. y Viennot, L., 1985. ¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes? *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 3 (2), pp. 137-144.

Shipstone, D.M., 1984. A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits, *European Journal of Science Education*, Vol. 6 (2), pp. 185-198.