

## COMENTARIOS SOBRE APRENDER Y COMPRENDER LOS CONCEPTOS CLAVES DE LA ELECTRICIDAD

(R. Duit y C. Von Rhöneck)

*Lillian C. McDermott*

*Department of Physics, University of Washington, Seattle, Washington, USA*

El capítulo escrito por Renders Duit y Christoph von Rhöneck da una panorámica del conjunto de investigaciones que han sido llevadas a cabo sobre la comprensión de la electricidad por parte de los alumnos.

El énfasis es puesto sobre los circuitos simples compuestos de pilas y baterías. Los autores, citando numerosos estudios, describen ciertas dificultades conceptuales largamente compartidas y que han sido identificadas en los alumnos (antes de la universidad). También han probado ampliamente que los estudiantes, que han estudiado la física a principios de sus cursos universitarios, tienen dificultades conceptuales similares (McDermott y Schaffer, 1992). Es necesario incluir entre esos estudiantes los profesores de la escuela elemental, del colegio y del liceo, también los que enseñan a los que están en formación inicial. Porque la electricidad forma parte de la enseñanza preuniversitaria, es importante que los profesores sobrepasen sus dificultades relativas a ese contenido y se vuelvan familiares con las estrategias eficaces de enseñanza que ellos pueden utilizar para ayudar a sus alumnos.

Los autores de este capítulo comentan brevemente la forma de ayudar a los alumnos a mejorar su comprensión. Acá abajo nosotros ampliamos esta discusión dando un ejemplo específico de una secuencia de enseñanza concebida a partir de los resultados de una investigación. Ha sido demostrado que el punto de vista fundado sobre una enseñanza realizando actividades de laboratorio<sup>1</sup> ha sido eficaz tomando en cuenta la mayor parte de las dificultades mencionadas en el capítulo (Mc Dermott y Shaffer, 1992). El contenido de enseñanza correspondiente a este ejemplo está disponible (McDermott y the Physics Education Group, 1996).

### **Ejemplo de la aplicación de la investigación en la enseñanza**

Los estudiantes son guiados en su proceso de construcción de un modelo conceptual para la corriente eléctrica por las preferencias efectivas sobre los circuitos simples compuestos de pilas y de bombillos. Realizan las experiencias, hacen las observaciones, sacan conclusiones explicando los conceptos de base de corriente y de resistencia. Utilizan a su vez los razonamientos inductivo y deductivo para sintetizar esos conceptos dentro de un modelo cualitativo de corriente eléctrica. Cuando ellos aplican ese modelo a los circuitos de complejidad creciente, aparece la necesidad de otros conceptos. Más abajo damos las líneas de progresión de la progresión lógica seguida por los estudiantes que desarrollan así un modelo conceptual que pueden utilizar para predecir y explicar el comportamiento de circuitos de resistencias simples.

Los estudiantes comienzan el proceso de construcción del modelo tratando de hacer brillar un bombillo con una pila y un solo hilo del mayor número de maneras posibles. Ellos encuentran que hay cuatro arreglos posibles en los cuales el bombillo se ilumina. Se les

solicitó comparar esos dispositivos con aquellos por los cuales el bombillo no se ilumina. Ellos destacan que para que el bombillo se ilumine, cada uno de sus bornes debe estar atado a un borne diferente de la pila por el intermedio de una cadena continua de elementos conductores. Los estudiantes formulan el concepto de circuito completo y toman conciencia que los cuatro arreglos pueden estar representados en un solo esquema. Ellos estudian el brillo de los bombillos para diferentes configuraciones tomando una sola pila. Sus observaciones vuelven plausibles las dos hipótesis siguientes que constituyen la base del desarrollo inicial del modelo: (1) un flujo (identificado como la corriente eléctrica) existe dentro de un circuito completo y (2) el brillo del bombillo indica la cantidad de corriente.

Los estudiantes estudian seguidamente el comportamiento de circuitos en serie y paralelo de una manera sistemática. La disminución de la luz de un bombillo que se produce cuando un segundo bombillo indica que es colocada en serie suministra una base para introducir el concepto de resistencia.

Los estudiantes reconocen que el mismo brillo de dos bombillos implica que la corriente no es “consumida”. Ellos determinan que ni la dirección de la corriente ni el orden de los elementos afecta el brillo del bombillo. Cuando observan que los bombillos, que están cada uno atado directamente en paralelo a los bornes de una pila ideal, brillan tanto que un solo bombillo atado de la misma manera, ellos toman conciencia que su intuición de la pila como fuente de corriente constante no es correcta. Ellos están forzados a concluir que la corriente que pasa dentro de la pila depende de la configuración del circuito. Es introducido el concepto de resistencia equivalente. Los estudiantes encuentran que esta cantidad depende de la configuración y no solamente de numerosos elementos y de sus derivados. Los estudiantes estudian enseguida el comportamiento de diferentes configuraciones de bombillos y observan que los cambios hechos en cualquier parte del circuito conllevan frecuentemente a los cambios de otros lugares del circuito. Encuentran que el modelo que ellos han desarrollado les permite predecir el brillo relativo de los bombillos dentro de una variedad de circuitos, pero no para todas las situaciones.

Hasta entonces ha sido necesario un razonamiento cualitativo para la construcción del modelo. Esto está particularmente adaptado a los estudiantes de la escuela primaria y del colegio y a sus profesores y para los estudiantes de la universidad, el desarrollo de un modelo conceptual no debería detenerse en los conceptos de corriente y de resistencia. La necesidad de extender el modelo se hace necesaria con una serie de experiencias para las cuales los estudiantes estudian el efecto del añadido de pilas en serie dentro del circuito. Los estudiantes destacan que el brillo del bombillo aumenta cada vez que una pila es agregada. Este efecto sugiere la idea que la pila es un agente que “empuja” la corriente dentro del circuito. Es introducido el concepto de diferencia de potencial. Con la ayuda de un amperímetro y de un voltímetro, los estudiantes elaboran una definición operacional con la cual ellos cuantifican los conceptos de intensidad de corriente, de potencial, de diferencia de potencial y de resistencia. Formulan la primera y segunda leyes de Kirchoff y determinan la relación entre la intensidad de la corriente y la diferencia de potencial para los materiales óhmicos (ley de Ohm).

El modelo que los estudiantes han desarrollado les permite predecir la brillantez relativa cuando los bombillos de un circuito son idénticos pero no cuando sus resistencias son diferentes. Los estudiantes concluyen que ni la intensidad de la corriente, ni la resistencia,

ni la diferencia de potencial son suficientes para determinar la brillantez. Cuando el modelo se extendió para incluir el concepto de potencia, los estudiantes pueden hacer las predicciones para los bombillos que no son idénticos. Las experiencias que muestran que las pilas tienen una duración de vida limitada ayudan a los alumnos a identificar la energía como la cantidad que fue disipada. Ellos pueden entonces reconciliar su conocimiento formal que la corriente es conservada con su creencia intuitiva de que existe algo que es “consumido” dentro del circuito.

## Generalización

Este capítulo tiene por meta llamar la atención sobre los resultados de investigaciones sobre la comprensión por los estudiantes de los circuitos eléctricos. Por lo tanto, la identificación de las dificultades constituye solamente una parte de la contribución que puede hacer la investigación para guiar el desarrollo de la evaluación de la enseñanza. El ejemplo descrito aquí es una ilustración.

## Agradecimientos

La investigación y el desarrollo del currículo sobre los cuales estos comentarios están basados son el resultado de los trabajos llevados en colaboración por los miembros del “Physics Education Group” (Grupo para la enseñanza de la física) de la universidad de Washington. Agradecemos igualmente a la “National Science Foundation) por su ayuda.

## Referencias

McDermott, L.C. & the Physics Education Group at the University of Washington (1996). *Physics by Inquiry, Vols. I and II*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

McDermott, L.C. and P.S. Shaffer (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity, Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*. 60, 994-1003, and Printer’s erratum to Part I, (1993), *ibid.* 61, 81.

Shaffer, P.S. & L.C. McDermott (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity, Part II: Design of instructional strategies. *American Journal of Physics*. 60, 1003-1013.

---

Nota del traductor

<sup>1</sup> Laboratory based approach significa una enseñanza a lo largo de la cual los alumnos hacen de la experiencia, se puede decir de los TP-cursos.