



Las interpretaciones de los estudiantes de B.U.P. sobre electrocinética. Ejemplo con circuitos de corriente continua

José Antonio Acevedo Díaz (*)
I. B. "Alonso Sánchez" Huelva

RESUMEN

En este trabajo se muestran los resultados de una investigación de aula acerca de las representaciones de los/as alumnos/as de 2º de B.U.P. sobre algunos aspectos relacionados con el funcionamiento de circuitos eléctricos de corriente continua. Se identifican concepciones erróneas que presentan un apreciable grado de coherencia, aunque quizás no tan elevado como el de las ideas alternativas de los estudiantes en mecánica. Algunas de las interpretaciones observadas podrían estar relacionadas con el conocimiento común característico del pensamiento intuitivo. Otras dificultades detectadas tienen que ver con la inferencia causal en situaciones en las que varias variables aparecen ligadas entre sí. Finalmente, se hacen ciertas consideraciones de tipo didáctico desde una perspectiva constructivista del aprendizaje.

Introducción

Aunque en la última década las investigaciones en Didáctica de la Física han venido mostrando las representaciones de los/as alumnos/as en prácticamente en todos los campos de la misma, no puede decirse que se hayan distribuido de una manera equilibrada. Como oportunamente señala McDermott (1984), la mayoría de los trabajos se han realizado sobre las ideas espontáneas de los estudiantes en mecánica, incluso más que en

el conjunto de todas las restantes áreas, lo que no debe extrañarnos por diversos motivos que han sido apuntados por Carrascosa (1987) y que no comentaremos aquí. Aunque la situación parece que está cambiando, habiéndose ampliado notablemente el catálogo de las concepciones de los escolares, continúan existiendo dominios algo menos explorados, a pesar del papel relevante que juegan en los currícula de ciencias. Uno de ellos es el de la electricidad en general y, más concretamente, el de la electrocinética.

(*) Avda. Federico Molina, 53-Portal 1-8ªA
21006 Huelva

Con el objetivo de paliar en alguna medida esta deficiencia, al menos en lo que se refiere a las investigaciones en el Bachillerato de nuestro país, se plantea en este trabajo detectar las interpretaciones de los estudiantes de 2º de B.U.P. sobre algunos aspectos relacionados con el funcionamiento de circuitos sencillos de corriente continua y las variables que intervienen. Asimismo se intentarán establecer conclusiones en torno a la siguiente pregunta clave: *¿Se dan en el caso propuesto respuestas con el fin de cumplir con quien las solicita, o, más bien, revelan las mismas una coherencia aceptable, similar a la ya confirmada para el área de la mecánica, en donde la experiencia sensible parece facilitar la organización de las ideas intuitivas en esquemas conceptuales?*

Consideramos que éste es el primer paso, imprescindible para poner en marcha un proceso de enseñanza-aprendizaje en el que se trabaje con las representaciones de los/as alumnos/as con el fin de hacerlas evolucionar, teniendo en cuenta que éstas no suponen un conocimiento estático, sino mutable a través de su reorganización conceptual, en tanto sean utilizadas para construir/reconstruir nuevos significados.

Metodología

El estudio se ha realizado con 54 estudiantes de 2º de B.U.P. (24 alumnos y 30 alumnas) que constituían dos grupos de clases complementarias de la asignatura de Física y Química en un Instituto de Bachillerato de Huelva. Para el mismo se diseñó el cuestionario que se muestra en el anexo. En éste aparece una breve información, que debía ser leída antes de iniciar la resolución de las cuestiones, y sobre la que podían solicitar las aclaraciones oportunas. Después se dan escritas unas normas generales para contestar a la tarea y luego vienen las cuestiones referidas a los circui-

tos dibujados; estas son de opción múltiple pero con explicación abierta. En todos los casos aparece la posibilidad de elegir la opción "No lo sé", la cual debe ser también aclarada por el sujeto para saber si es que se le presentan dudas razonables o bien que sencillamente no quiere contestar. Finalmente, en las cuatro últimas preguntas se ha añadido la posibilidad de escribir una respuesta distinta a las formuladas, que igualmente debía ser explicada.

En una primera fase se analizaron las respuestas, elaborándose una tipología provisional con las principales interpretaciones encontradas. En algunos pocos casos aquellas fueron revisadas después de una breve entrevista. La tipología definitiva se contrasta con lo que aparece en la no demasiado amplia bibliografía encontrada sobre el tema, lo que permitió, en una segunda fase, completar el análisis de las concepciones, así como establecer algunas conclusiones en torno a la pregunta central formulada anteriormente.

Las interpretaciones de los estudiantes

La simple exposición de los porcentajes de las opciones seleccionadas en las respuestas dadas a cada cuestión (ver tabla I) permite destacar que en todos los casos hay una concentración elevada en una de las mismas, existiendo casi siempre una segunda a considerar, siendo relevante también la escasa acogida que tiene la opción "No lo sé". Por sí solo, esto ya sugiere que las interpretaciones parecen ser ampliamente compartidas, estando probablemente ligadas a representaciones comunes que no son demasiado débiles. Sin embargo, es del análisis cualitativo de las explicaciones dadas a las respuestas de donde pueden obtenerse las ideas espontáneas o concepciones más frecuentes de los/as alumnos/as, siendo las principales las siguientes:

1. En los argumentos se identifica el voltaje de la pila con la intensidad de la corriente siempre (tres de cada cinco sujetos) o con cierta frecuencia (uno de cada tres). Esta interpretación, que ignora la relación conjunta entre las variables V-I-R a pesar de indicarse expresamente en la información escrita del cuestionario, es muy fuerte, ya que en total supone el 93% de los casos.

2. La corriente eléctrica no conserva su intensidad a medida que atraviesa una secuencia de bombillas en serie, disminuyendo cada vez que pasa por un elemento del circuito (uno de cada tres individuos).

3. No importa que las bombillas se colo-

quen en serie o en paralelo (dos de cada tres sujeto). Alternativamente, unas pocas explicaciones (una de cada diez) hacen referencia al trayecto más corto/largo que tiene que recorrer la corriente según los dibujos de los circuitos suministrados.

4. Tampoco importa que las pilas se coloquen en serie o en paralelo (tres de cada cuatro individuos). Igualmente en relación con estos casos se hace referencia, en raras ocasiones, a la posible influencia del camino más corto/largo que tendría que recorrer la corriente en función de los circuitos mostrados en los dibujos.

OPCIONES

| CUESTIONES | a | b | c | d | e |
|------------|----|----|----|----|---|
| 1ª | 6 | 70 | 20 | 4 | - |
| 2ª | 19 | 9 | 65 | 7 | - |
| 3ª | 28 | 4 | 65 | 4 | - |
| 4ª | 28 | 4 | 65 | 4 | - |
| 5ª | 59 | 2 | 30 | 4 | 5 |
| 6ª | 61 | - | 30 | 5 | 4 |
| 7ª | 19 | 11 | 56 | 9 | 5 |
| 8ª | 13 | 11 | 56 | 11 | 9 |

Tabla 1. Frecuencias relativas, expresadas en tanto por ciento, de las opciones elegidas en cada cuestión.

La primera de las interpretaciones ha sido caracterizada, en una taxonomía fundamentada en el modelo piagetiano, por Shayer y Adey (1981) como propia del pensamiento concreto avanzado. Citado también por otros investigadores (Shipstone, 1984 y 1985; Johsua, 1984; Johsua y Duppin, 1987), supone admitir una relación lineal entre el voltaje y la intensidad de la corriente (Gutiérrez, 1984; Criado y Merino, 1987), ignorando que ésta no es independiente del circuito, ya que se relaciona al mismo tiempo con el voltaje y la resistencia, de acuerdo con la ley de Ohm. Aun-

que no se pretendía comprobar el conocimiento de esta ley, si se trataba de observar si las explicaciones hacían alusiones a la asociación múltiple entre las variables indicadas, la cual se expresa claramente en la información del cuestionario, tal y como se ha dicho anteriormente. Conviene hacer notar que esta dificultad para relacionar cualitativamente en las inferencias causales tres variables ligadas ha sido mostrada por Pozo, (1987) en la resolución de cuestiones de mecánica.

La segunda de las representaciones se refleja también en otros trabajos, habiendo si-

do detectada con preguntas similares o distintas a las planteadas en esta ocasión (Carrascosa, 1987; Criado y Merino, 1987; Shipstone, 1984 y 1985). Este último autor propone como explicación de la misma la existencia de un modelo conceptual de la corriente eléctrica de tipo secuencial, en el que el circuito eléctrico no es considerado como un sistema en equilibrio con todos sus elementos integrados. Johsua y Duppin (1987) añaden a lo anterior la indiferenciación entre las descripciones energética y material de la circulación de la corriente eléctrica, lo que conduce a la idea del desgaste de ésta en las bombillas, identificándose, por lo tanto, la corriente eléctrica con la energía que se "consume" o se transformna en aquellos. Abundando en esta interpretación resultaría que una bombilla muy luminosa tendría siempre más energía que otra con menor brillo luminoso (Shayer y Adey, 1981). En nuestro estudio aparece explicitado la frase "se gasta"/"se consume" (nunca "se transforma") en todas las respuestas que incluyen esta idea intuitiva; además, aunque no se preguntaba expresamente, con frecuencia se manifiesta que la pila se agotará antes en el circuito de la figura 4 del anexo que en el de la figura 3. Finalmente, las dos últimas interpretaciones sobre la indiferencia de la forma en que se coloquen los elementos del circuito parecerían las más fácilmente explicables desde la inexperiencia de los escolares en este campo de la Física. Sin embargo, llama la atención que, en la mayoría de las respuestas que se acogen a esta intuición, se afirma rotundamente que no importe la forma de colocar las bombillas o las pilas, siendo, por otra parte, bastante escasos aquellos argumentos en los que se expresa una duda razonable. Es probable que el modelo de razonamiento secuencial y la consideración de la corriente eléctrica, "alimentada" por la pila, como independiente del circuito, tengan que ver con estas afirmaciones.

Conclusiones e implicaciones didácticas

En primer lugar, las interpretaciones descritas no pueden ser debidas al azar, mediante respuestas dadas para "salir del paso", como se ha dicho y escrito en alguna ocasión (Mc Clelland, 1984). En contra de ello están no sólo todas las evidencias que se acaban de señalar en el análisis anterior, con el apoyo de las diferentes investigaciones citadas, sino el muy importante hecho de que las mismas representaciones han sido detectadas en trabajos realizados con estudiantes más mayores de la Escuela Universitaria de Magisterio de Sevilla (Criado y Merino, 1987).

En segundo lugar, aunque quizás no con la intensidad que alcanzan en el área de la mecánica, debido a las peculiares características de ésta, las representaciones señaladas aquí presentan un cierto grado de coherencia, pareciendo tener una capacidad funcional explicativa (¿también predictiva?) de los hechos, por lo que podrían constituir un conjunto de ideas más o menos organizadas, quizás un esquema conceptual, con conexiones con otras concepciones de los escolares; aquellas que se refieren a la energía y sus portadores.

Si bien algunas de las ideas intuitivas citadas podrían tener mucho que ver en su génesis con el pensamiento común, exento de la reflexión crítica necesario y característica del conocimiento científico, otras de las dificultades encontradas podrían ir más allá de los aspectos específicos de las diversas áreas de la Física y, más concretamente en este caso, de la electrocinética, estando relacionadas de una manera general con el pensamiento formal/concreto y, en particular, con la capacidad de los estudiantes para hacer inferencias cualitativas de causa-efecto entre varias variables que aparecen enlazadas entre sí en problemas más o menos complejos.

Finalmente, no podemos concluir este trabajo sin hacer unas mínimas consideraciones de carácter didáctico, las cuales merecerían un desarrollo más completo que no podemos realizar aquí. Parece innecesario insistir en la poca eficacia demostrada por la enseñanza tradicional en cuanto a la superación de las concepciones intuitivas de los/as alumnos/as, entre otras razones porque las ha ignorado. No obstante, también muchas corrientes renovadoras han fracasado en este sentido y siguen persistiendo. Actualmente, la línea más prometedora es la que propone un aprendizaje constructivista, en el que el estudiante da significados a los conocimientos mediante la reconstrucción activa de los mismos. Pero éstas pueden ser palabras vacías si no se concreta en modelos de actuación en el aula. Dentro de la perspectiva indicada existen diferentes tendencias (Driver, 1988; Gil y Martínez Torregrosa, 1987; Novak, 1987); sin embargo, muchas de las ideas básicas son comunes a todas ellas. Las siguientes son algunas con las que estamos de acuerdo:

1. Las concepciones de los/as alumnos/as deben salir a la luz, esto es, deben explicitarse. Este es, sin duda, el primer paso para tomar conciencia de las mismas.

2. La transformación de estas ideas hacia las concepciones científicas actuales es un objetivo prioritario de la enseñanza de las ciencias. Pero, en vez de enseñar contra ellas, debe favorecerse su evolución tomándolas en consideración, por ejemplo, mediante la construcción de modelos cada vez más complejos.

3. Se deben crear conflictos cognitivos, por ejemplo, favoreciendo el debate en el aula mediante la confrontación de las ideas de los escolares y las sugerencias que aporte el profesor, en pequeños grupos y en gran grupo.

4. Es imprescindible facilitar las situaciones de análisis crítico y reflexión pausada de las actividades, los trabajos experimentales, la resolución de problemas, etc., lo que supo-

ne un cambio metodológico y actitudinal para lograr el cambio conceptual (Gil, 1985; Gil y Carrascosa, 1985).

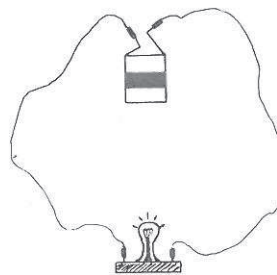
5. Hay que adecuar la evaluación a la filosofía de la metodología propuesta, incidiendo mucho más en aspectos cualitativos y conceptuales, con lo que, sin duda, pueden salir a relucir mucho mejor representaciones de los estudiantes.

Pensamos que estas sugerencias son útiles y suponen un desafío para el profesorado, con el fin de lograr el progreso de sus alumnos/as que, aunque limitado en periodos cortos, resultará significativo al final del proceso de escolarización.

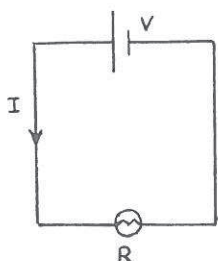
ANEXO

Información y normas para realizar la tarea

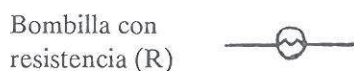
Una pila se conecta a una bombilla para encenderla con más o menos brillo luminoso. La corriente eléctrica será de mayor o menor intensidad (I), dependiendo del voltaje (V) de la pila y de la resistencia de la bombilla (R). El conjunto forma un *circuito eléctrico*. En la figura puedes ver dibujado uno muy simple y al lado su *esquema*, con los *símbolos* de los elementos del circuito.



Circuito eléctrico



Esquema del circuito

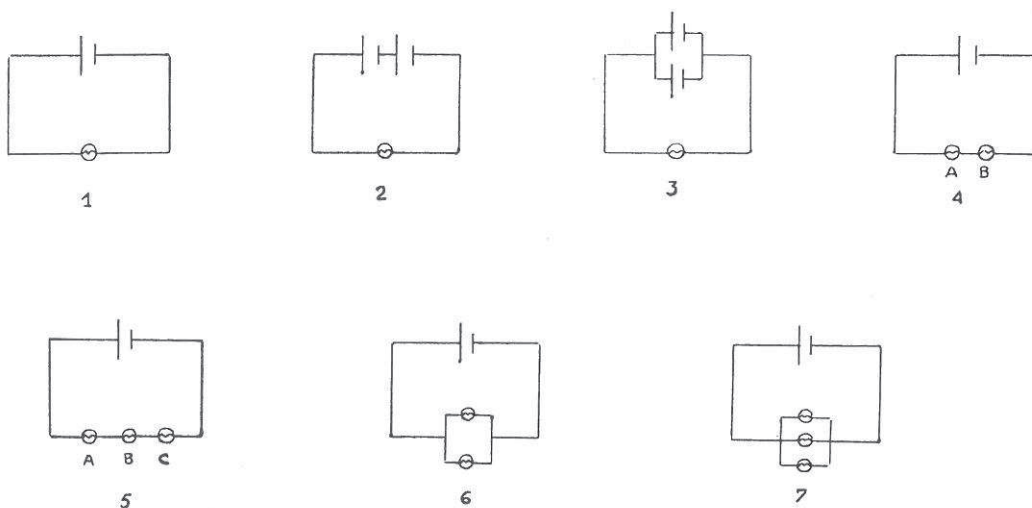


Símbolos de los elementos del circuito eléctrico

A continuación tienes siete esquemas de diferentes circuitos eléctricos. Todas las *pilas* dibujadas son *iguales* (tienen el mismo voltaje). También todas las *bombillas* son *iguales* (tienen la misma resistencia). Recuerda que el brillo (la luminosidad) de las bombillas es mayor cuanto más grande sea la intensidad de la corriente eléctrica que pasa por ellas.

Luego se te van a hacer algunas preguntas sobre los circuitos dibujados, con varias respuestas cada una de ellas expresadas en forma de hipótesis. Señala con una X la opción que te parezca más correcta en cada cuestión, aclarando SIEMPRE por qué haces tu elección en la explicación correspondiente.

Si te equivocas y quieres rectificar no te preocupes, tacha y vuelve a marcar con otra X la nueva respuesta. Eso sí, POR FAVOR; *NO TE OLVIDES NUNCA DE PONER-NOS TUS ACLARACIONES Y EXPLICACIONES EN CADA CUESTION. GRACIAS POR TU COLABORACION.*



Figuras de los esquemas de los circuitos

Cuestiones a resolver

Cuestión 1ª.- Mira los circuitos 1 y 3. El brillo de la bombilla del circuito 1 será:

- a) Mayor que el de la bombilla del circuito 3.
- b) Menor.
- c) Igual.
- d) No lo sé.

EXPLICACION:

Cuestión 2ª.- Mira los circuitos 2 y 3. El brillo de la bombilla del circuito 2 será:

- a) Mayor que el de la bombilla del circuito 3.
- b) Menor.
- c) Igual.
- d) No lo sé.

EXPLICACION:

Cuestión 3ª.- Mira el circuito 4. Si la corriente pasa primero por A y luego por B, el brillo de la bombilla A será:

- a) Mayor que el de la bombilla B.
- b) Menor.
- c) Igual.
- d) No lo sé.

EXPLICACION:

Cuestión 4ª.- Mira el circuito 5. Si la corriente va en el sentido ABC, los brillos de las bombillas serán:

- a) A B C
- b) A B C
- c) A = B = C
- d) No lo sé.

EXPLICACION:

Cuestión 5ª.- Mira los circuitos 1 y 6. El brillo de la bombilla del circuito 1 será:

- a) Mayor que el de cada bombilla del circuito 6.
- b) Menor.
- c) Igual.
- d) No lo sé.
- e) Otra (escríbela).

EXPLICACION:

Cuestión 6ª.- Mira los circuitos 6 y 7. El brillo de cada una de las bombillas del circuito 6 será:

- a) Mayor que el de cada bombilla del circuito 7.
- b) Menor.
- c) Igual.
- d) No lo sé.
- e) Otra (escríbela).

EXPLICACION:

Cuestión 7ª.- Mira los circuitos 4 y 6. El brillo de cada una de las bombillas del circuito 4 será:

- a) Mayor que el de cada bombilla del circuito 6.
- b) Menor.
- c) Igual.
- d) No lo sé.
- e) Otra (escríbela).

EXPLICACION:

Cuestión 8ª.- Mira los circuitos 5 y 7. El brillo de cada una de las bombillas del circuito 5 será:

- a) Mayor que el de cada bombilla del circuito 7.
- b) Menor.
- c) Igual.
- d) No lo sé.
- e) Otra (escríbela).

EXPLICACION:

REFERENCIAS

- CARRASCOSA, J. (1987). *Tratamiento didáctico en la enseñanza de las ciencias de los errores conceptuales*. Tesis doctoral no publicada. (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Valencia).
- CRIADO, A. y MERINO, J. (1987). Representaciones de los alumnos sobre el comportamiento de circuitos de corriente continua. *Actas V Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela*. Sevilla. pp. 97-99.
- DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), pp. 109-120.
- GIL, D. (1985). El Futuro de la enseñanza de las ciencias: algunas implicaciones de la investigación educativa. *Revista de Educación*, 278, pp. 27-38.
- GIL, D. y CARRASCOSA, J. (1985). Science learning as a Conceptual and Methodological Change. *European Journal of Science Education*, 7(3), pp. 231-236.
- GIL, D. y MARTINEZ-TORREGROSA, J. (1987). Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 3, pp. 3-12.
- GUTIERREZ, R. (1984). *Piaget y el curriculum de Ciencias*. Narcea. Madrid.
- JOHSUA, S. (1984). Students' interpretation of simple electrical diagrams. *European Journal of Science Education*, 6(3), pp. 271-275.
- JOHSUA, S. y DUPIN, J. J. (1987). Les recherches sur les conceptions et la pratique de classe: un exemple en électrocinétique. *II Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las Ciencias y de las Matemáticas*. Valencia. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, pp. 245-247.
- MC CLELLAND, J. A. G. (1984). Alternative frameworks: Interpretation of evidence. *European Journal of Science Education*, 6(1), pp. 1-6.
- MC DERMOTT, L. C. (1984). Critical Review of Research in the Domain of Mechanics. *Research on Physics Education*. Paris, Editions du C.N.R.S., pp. 139-182.
- NOVAK, J. D. (1987). Human Constructivism: Towards a unity of psychological and spistemological/meaning making. *Second International Seminar Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, New York, Cornell University.
- POZO, J. I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Visor. Madrid.
- SHAYER, M. y ADEI, P. (1981). *Towards a Science of Science Teaching*. (London, Heinemann), Traducción castellana de A. Cameno (1984): *La Ciencia de enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Narcea. Madrid.
- SHIPSTONE, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2).
- SHIPSTONE, D. M. (1985). Electricity in simple circuits. En Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien, A. (Eds.): *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes, Open University Press.

SUMMARY

In this work, we show the results of a classroom research into the representations that secondary school pupils (2º BUP) make about some aspects connected with the functioning of electric circuits DC. We identify misconceptions that express an significative level of coherence, even though not as high as the one of the students alternative ideas on mechanics. Some of the noticed interpretations might be related to the ordinary knowledge, a characteristic of intuitive thought. Other revealed difficulties are related to the causal inference in situations where some variables appear interassociated. Finally, there are some didactic considerations from a constructivist outlook upon learning.

RÉSUMÉ

Dans ce travail, on montre les résultats d'une recherche en situation de classe à propos des représentations des élèves de 2e des lycées (2ºBUP) sur quelques aspects relationnés avec le fonctionnement de circuits électriques de courant continu. On identifie des conceptions erronées qui présentent un degré de cohérence significatif, bien qu'il ne soit, peut-être, aussi élevé que celui des idées alternatives des étudiants en mécanique. Quelques unes des interprétations observées pourraient être relationnées avec la connaissance commune caractéristique de la pensée intuitive. D'autres difficultés détectées sont en rapport avec l'inférence causale dans des situations où, quelques variables, sont associées entre elles. Finalement, on fait certaines considérations didactiques avec une perspective constructiviste de l'apprentissage.