

CONCEPTOS ERRADOS EN CIRCUITOS ELÉCTRICOS **“Dificultades relacionadas con la corriente eléctrica en un circuito de corriente continua”**

Miguel Campos Salazar
Magíster Ens. de las Ciencias mención Física
Dpto. de Ciencias Básicas- Unidad Académica Los Ángeles
Universidad de Concepción

Introducción

Una de las líneas de investigación prioritarias en el intento de mejorar la enseñanza de las ciencias en la educación media es la referida al problema de la persistencia de graves errores conceptuales en los estudiantes, incluso entre alumnos universitarios, y lo que es más preocupante, entre los propios profesores, lo que constituye según (Driver 1986) , un “índice muy relevante de la ineficacia de la enseñanza de las ciencias en lo que se refiere a la adquisición significativa de conocimientos”.

Durante el mes de Abril del año 2008, la Universidad de Concepción, junto con la Universidad del Bío-Bío, en el marco del proyecto Mecesup UCO_0607 – “Diseño de Planes de Nivelación en Ciencias Básicas para el Primer Año de Ingeniería Civil”, realizaron un el seminario “*Hacia el Aprendizaje Significativo en Matemática y Física en el Primer Año de Ingeniería Civil*”. Éste tuvo como principal orador al **Profesor Marco Antonio Moreira, PhD**, académico del Instituto de Física de la Universidad Federal de Río Grande do Sul (UFRGS), quien en su primera conferencia se refirió a la “**Importancia del conocimiento previo de los alumnos que ingresan al primer año de Universidad**”.

El profesor Moreira, coincide con autores tales como: Mc Dermott 1984, Driver 1986, los que en estudios realizados sobre los preconceptos o ideas intuitivas de los estudiantes han coincidido en mostrar que éstos:

- están dotados de cierta coherencia interna
- son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades
- presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento.
- son persistentes, es decir, no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual, incluso reiterada.

Pensando en aquellos profesores de Física que cumplen sus actividades docentes en los diferentes establecimientos educacionales de la región y que, además, se interesan por tratar de mejorar la enseñanza de esta disciplina, de modo que sus estudiantes puedan adquirir los conocimientos en forma significativa, es que se ha preparado este trabajo, que puede servir como referencia para que el profesor pueda tratar otros conceptos que los alumnos manejen en forma errada. Se pretende aquí, analizar un concepto errado referido al tema circuitos

eléctricos, específicamente, “las dificultades relacionadas con la corriente eléctrica en un circuito de corriente continua”, por lo que, primeramente se explicitarán los preconceptos que tienen los estudiantes respecto al comportamiento de la corriente en un circuito eléctrico; luego se mostrará algunas estrategias didácticas que puedan servir como ayuda para producir el cambio conceptual y, por último, se entregará una sugerencia de evaluación, que una vez aplicada, permitirá obtener información referida si hubo o no cambio conceptual del error tratado.

1.- Explicitando los preconceptos

Algunas investigaciones realizadas en diferentes campos de la enseñanza, muestran que ésta, está influenciada por patrones de conceptos errados que son a menudo muy persistentes a la instrucción. Tales conceptos errados pueden ser el resultado de todos los conceptos que resultan de la experiencia informal a través de la vida (Preconceptos), o ellos pueden ser conceptos errados que han sido inducidos mediante una instrucción normal en la escuela (Mis Conceptos).

Errores conceptuales en circuitos eléctricos: La enseñanza de los contenidos, corriente eléctrica, ley de Ohm y comportamiento eléctrico de los circuitos simples, parece estar centrada en aspectos algorítmicos; es decir, los estudiantes aprenden a manipular reglas y ecuaciones para resolver problemas cuantitativos. Los estudiantes resuelven exitosamente problemas mediante la aplicación de leyes tales como la ley de Ohm, Kirchhoff y otras, sin embargo no desarrollan una estructura conceptual coherente con las teorías científicas, pues se ha comprobado en investigaciones realizadas, que al presentarles situaciones cualitativas responden erróneamente (Fredette y Lockhead, 1980).

Las respuestas erróneas dadas por los estudiantes, no necesariamente son producto del proceso enseñanza-aprendizaje, los alumnos al ingresar a los cursos de electricidad ya tienen esquemas conceptuales acerca de los circuitos y la corriente eléctrica, lo malo es que estos esquemas persisten en sus estructuras, aún después de cursar las asignaturas relacionadas con el tema.

A continuación se enumerará las dificultades específicas de los estudiantes relacionadas con el tema circuitos eléctricos; éstos fueron recopilados de una investigación realizada por Lilian C. Mc Dermott, titulada, “Investigación como una guía del desarrollo del currículo: un ejemplo de introducción a la electricidad: Investigación del conocimiento de los estudiantes”, la cual se extendió durante muchos años y cuyos resultados se usaron para guiar el desarrollo de estrategias de enseñanza para enfrentar estas dificultades que ellos habían identificado y que se usarán en este trabajo para proponer una estrategia que permita producir el cambio conceptual en el estudiante.

Identificación de dificultades específicas de los estudiantes en Circuitos Eléctricos.

A. Incapacidad de Aplicar Conceptos Formales de Circuitos Eléctricos.

A.1 Dificultades de Naturaleza General.

- A.1.1. Falta distinguir algunas relaciones entre conceptos
- A.1.2. Falta de experiencia concreta con circuitos reales
- A.1.3. Falta de conocimientos y aplicación de conceptos en un circuito completo

A.2 Dificultades Relacionadas con la Corriente Eléctrica.

- A.2.1. Creencia que la dirección de la corriente y el orden de los elementos es importante
- A.2.2. Creencia que la corriente es “totalmente usada” en un circuito
- A.2.3. Creencia que la batería es fuente de una corriente constante

A.3 Dificultades de Conceptos Relacionados con Diferencia de Potencial

- A.3.1. Falta para reconocer que una batería ideal mantiene una diferencia de potencial constante entre los terminales.
- A.3.2. Falta para distinguir entre ramas conectadas en paralelo a través de una batería y conectada en paralelo a otra parte.
- A.3.3. Falta para distinguir entre potencial y diferencia de potencial

A.4 Dificultades con Conceptos Relacionados con Resistencia.

- A.4.1. Tendencia para focalizar un número de elementos o mallas
- A.4.2. Falta para distinguir entre resistencia equivalente en una red de trabajo y la resistencia de un elemento individual.
- A.4.3. Dificultad para identificar conexiones en serie y paralelo

B. Incapacidad para Relacionar Representaciones Formales y Mediciones Numéricas en Circuitos Eléctrico.

- B.1. Falta para reconocer que un diagrama de un circuito representa sólo elementos eléctricos y conexiones, no relaciones espaciales o físicas entre ellos.

Se puede argumentar que ciertas dificultades conceptuales no desaparecen durante la enseñanza tradicional. Los estudiantes egresan de un curso introductorio de física con algunas de las mismas dificultades conceptuales que tenían al inicio.

Dificultades relacionadas con la corriente eléctrica en un circuito de CC.

Las principales características de las interpretaciones de los estudiantes sobre la corriente eléctrica en un circuito de CC. que han destacado los investigadores y que se usarán en este trabajo son:

a) **La creencia de que la batería es una fuente de corriente constante**, es decir la corriente a través de la batería siempre tienen el mismo valor. A menudo no se advierte el papel crítico desempeñado por la resistencia en determinar la corriente.

b) **Creencia que la corriente es “totalmente usada” en un circuito.** La idea de que la ampolleta consume o atenúa la corriente que circula por ella es común en los estudiantes. Cuando se colocan varias ampolletas en serie, los estudiantes predicen que la ampolleta más cercana al punto de donde “sale” la corriente brillará con mayor intensidad que las otras, ya que la corriente se va “gastando” al atravesar las sucesivas ampolletas. Los estudiantes se imaginan a la corriente como siendo constantemente producida por la batería y “consumida” por los elementos en un circuito.

c) **La idea de que la corriente produce voltaje.** Una interrupción de la corriente, como la que se produce al abrir un circuito, conlleva, para muchos estudiantes, la desaparición del voltaje entre cualquiera de los dos puntos del circuito.

II.- Estrategias de enseñanza para producir el cambio conceptual.

Se cree que las dificultades conceptuales y de razonamiento no pueden ser salvadas mediante afirmaciones del profesor. Tales cambios significativos en el pensamiento requieren del estudiante un compromiso significativo, sin embargo hay una amplia evidencia de que ciertas dificultades conceptuales tienden a persistir, a menos que sean tratadas específicamente (Shaffer y Dermott, 1992)

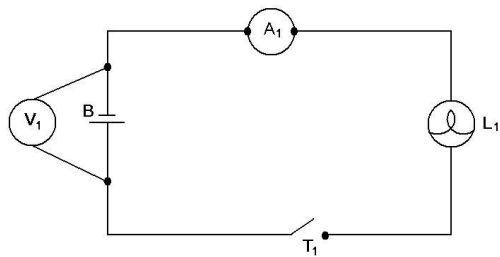
Se ha encontrado que un medio efectivo para obtener el grado de compromiso mental deseable es generar un conflicto conceptual y solicitar a los estudiantes que lo resuelvan. Igualmente importante es la necesidad de insistir que los estudiantes confronten y resuelvan los temas que han surgido. Este procedimiento puede ser resumido como una secuencia de pasos que pueden ser caracterizados, según los autores antes mencionados, como: sacar a luz, confrontar, resolver.

Se usará el laboratorio de física o una sala acondicionada con algún mesón y elementos que permitan realizar experiencias eléctricas, tales como circuitos sencillos. La idea es que los estudiantes se involucren activamente en el proceso de aprendizaje, para ello se elaborará una guía de actividades que el alumno realizará y, a la vez, responderá las preguntas que aparecen en la misma.

La primera dificultad conceptual que se tratara es la “creencia de que la batería es una fuente de corriente constante” o sea, la corriente a través de la batería siempre tiene el mismo valor. Este error conceptual a la luz de investigaciones realizadas (Mc Dermott, Shaffer, 1992); resulta ser uno de los más arraigados y persistentes en las estructuras cognitivas de los estudiantes. Aún buenos alumnos a menudo no advierten el papel crítico desempeñado por la resistencia en determinar la corriente.

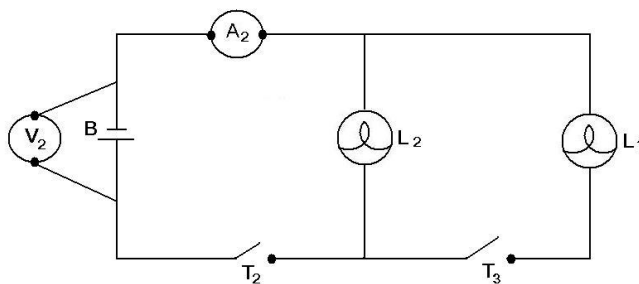
Para tratar de eliminar este error conceptual de la estructura cognitiva de los estudiantes, se enfrentará a estos a una serie de circuitos eléctricos en los cuales se ha introducido instrumentos de medición, con el propósito de que los alumnos puedan visualizar los valores de la corriente y la diferencia de potencial en estos instrumentos y así poder responder correctamente las preguntas del cuestionario que acompañan a cada uno de los circuitos.

Circuito N° 1

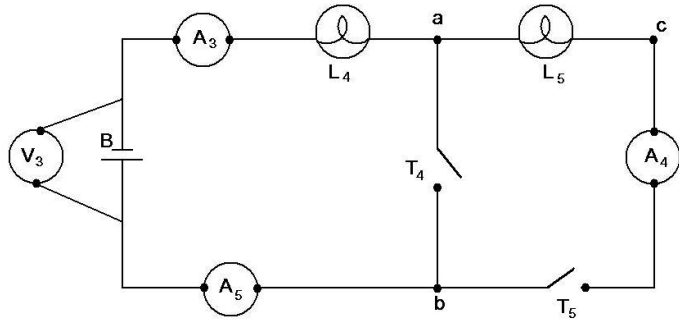


- A₁ → Amperímetro N° 1
- L₁ → Ampolleta N° 1
- T₁ → Interruptor N°1
- V₁ → Voltímetro N°1
- B → Bateria
- L₁ = L₂ = L₃ = L₄ = L₅ =

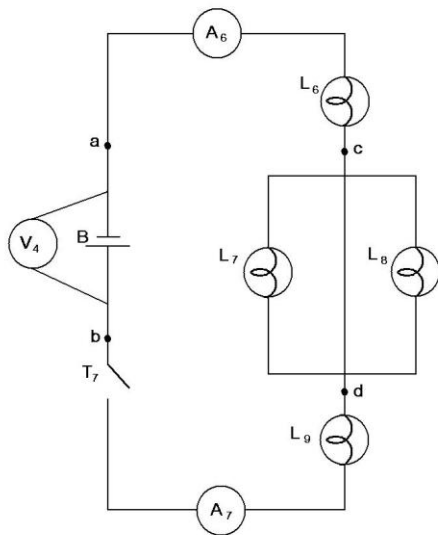
Circuito N° 2



Circuito N° 3



Circuito N° 4



Posteriormente, se solicita al alumno que observe el circuito n° 1, el voltímetro está conectado a la batería B, se pide que anote el valor que indica la lectura de este instrumento, luego se cierra el interruptor T_1 , y se solicita que anote el valor que indica el amperímetro y además que grabe en su retina el brillo de la ampolla L_1 .

Se solicita al alumno que observe el circuito n° 2, y que al cerrar el interruptor T_2 está en presencia del circuito idéntico al n° 1, por lo tanto las lecturas en los instrumentos A_2 y V_2 es idéntica a los valores obtenidos en el circuito anterior. Se le pide ahora que cierre el interruptor T_3 y observe las nuevas lecturas en los instrumentos, anote estos valores. El

alumno sabe que el amperímetro A_1 ó A_2 conectado en esa posición indica el paso de la corriente que proporciona la batería. También todos los circuitos poseen una batería idéntica.

Responda las siguientes preguntas:

1) ¿El valor que indica el amperímetro A_2 respecto al valor registrado en A_1 es:

- a) Mayor?
- b) Menor?
- c) Igual?

2) El valor que indica el voltímetro V_2 respecto al valor que se registra en V_1 es:

- a) mayor
- b) menor
- c) igual

3) Respecto al brillo de las ampolletas L_2 y L_3 se puede decir que:

- a) es mayor en L_2 que en L_3
- b) es mayor en L_3 que en L_2
- c) son iguales

4) Si el valor que indica el amperímetro A_2 cuando se cerró el interruptor T_2 y T_3 es mayor que el valor que indica A_2 cuando estaba cerrado solamente T_2 , se puede afirmar que:

- a) la corriente que entrega la batería aumentó
- b) la corriente que entrega la batería permanece constante siempre
- c) el brillo en ambas ampolletas es el mismo

De estas afirmaciones son verdaderas

- | | |
|-----------|----------|
| 1) sólo a | 4) a y c |
| 2) sólo b | 5) b y c |
| 3) sólo c | |

5) ¿qué sucedería con el valor entregado por el amperímetro A_2 , si se agregara otra ampolleta en paralelo a continuación de la L_3 en el circuito N° 2?

6) mantiene usted la idea de que la corriente entregada por la batería es constante, ¿o sea, tiene siempre el mismo valor? ¿Por qué?-----

Se solicita al estudiante que observe el circuito N°3 y se le pide que cierre el interruptor T_4 y que además anote el valor de la corriente que indica el amperímetro A_3 y el amperímetro A_5 , posteriormente se le solicita que desconecte el interruptor T_4 y conecte el T_5 se le pide ahora que anote los nuevos valores que indican los amperímetros, A_3 , A_4 , A_5 .

Responda las siguientes preguntas:

7) ¿La corriente que circula por los amperímetros A_3 y A_5 cuando está conectado solamente T_4 es la misma en ambos amperímetros? -----

SI/ NO

8) El valor de la corriente que indica el amperímetro A_3 cuando esta conectado solamente T_4 es ----- al valor de la corriente que indica el mismo amperímetro

Mayor/ Menor/ Igual

cuando está conectado solamente T_5

9) La corriente que pasa por los amperímetros A_3 , A_4 y A_5 cuando está conectado sólo T_5 es ----- en todos ellos, pero es ----- a la corriente que indican los

Igual / Diferente

Mayor/ Menor/ Igual

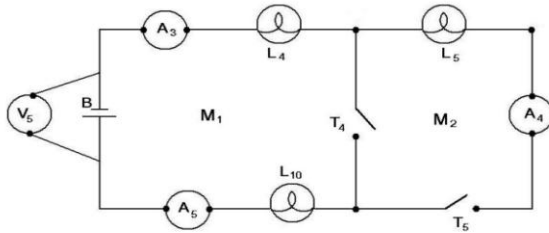
amperímetros A_3 y A_5 cuando está conectado solamente T_4

10) A la luz de este nuevo circuito analizado y de todo lo visto anteriormente se le pide que responda la siguiente pregunta: ¿la cantidad de corriente proveniente de la batería es siempre la misma? O ¿la corriente proveniente de la batería es distinta en casos diferentes?

La segunda dificultad conceptual que se intentara borrar de la estructura conceptual de los estudiantes es la “creencia” que la corriente es totalmente usada en un circuito.

La idea de que la ampollita consume o atenúa la corriente que circula es común en los estudiantes. Cuando se colocan varias ampollitas en serie, los estudiantes predicen que la ampollita más cercana al punto de donde “sale” la corriente brillará con mayor intensidad que las otras, ya que la corriente se va “gastando” al atravesar las sucesivas ampollitas.

Para tratar esta dificultad conceptual, se recurre al circuito n° 3, pero se agrega otra ampollita en serie con el amperímetro A_5 ; en este circuito, al mantener el interruptor T_4 abierto y cerrando el T_5 , se está en presencia de un circuito en serie; los amperímetros A_3 , A_4 y A_5 juegan un rol muy importante.



Se solicita al alumno que cierre el interruptor T_5 , manteniendo abierto el T_4 y anote la lectura de los amperímetros, al mismo tiempo se le pide que observe el brillo de todas las ampolletas.

Responda las siguientes preguntas:

- 1) El valor de corriente que indica el amperímetro A_3 es-----al valor mayor/ menor/ igual que indica el amperímetro A_4 .
- 2) El valor que indica el amperímetro A_4 es-----al valor que indica el amperímetro A_5 .
- 3) Respecto del brillo de las ampolletas. La ampolleta L_4 tiene -----brillo mayor/ menor/ igual que la ampolleta L_5 .
- 4) La ampolleta L_5 tiene ----- brillo que la ampolleta L_{10} mayor/ menor/ igual

Desconecte el interruptor T_5 y cierre T_4 , los elementos que componen el circuito M_1 quedan conectados en serie.

Se solicita a los alumnos que observen las lecturas de todos los instrumentos y las anoten.

5) El brillo de la ampolla L_4 es ahora ----- que cuando estaba conectada
solo T_5 pero el brillo de L_4 es ahora ----- al brillo de L_{10} .
mayor/ menor/ igual
mayor/ menor/ igual

6) El valor que indica el amperímetro A_3 es ahora ----- al valor que
indica el amperímetro A_5 .
mayor/ menor/ igual

7) Cualquier sentido que usted le imponga a la circulación de la corriente de la batería obligadamente al salir tendrá que registrarse en uno de los amperímetros (A_3 ó A_5), y al regresar después de haber hecho su recorrido por todas las ampollas tendrá que registrarse obligadamente en uno de estos dos amperímetros también (A_3 ó A_5), por lo tanto, ¿la corriente que sale de la batería es ----- a la corriente que llega a ella después de recorrer las ampollas?
mayor/ menor/ igual

8) Usted podría asegurar entonces, que la corriente que sale de la batería al pasar por las distintas ampollas conectadas en serie, ----- y -----
se consume/ no se consume toda/ parte de ella
llega al otro extremo de la batería.

9) Observe el circuito N°4, cierre los interruptores T_6 y T_7 , sin leer lo que indican los amperímetros A_6 y A_7 , diga si la corriente que circula por A_6 es -----
mayor/ menor/ igual
a la corriente que circula A_7 .

La tercera dificultad conceptual que aparece recalcada en las investigaciones analizadas es la que se refiere a la “idea de que la corriente produce voltaje”. Una interrupción de la corriente, como la que se produce al abrir un circuito, conlleva, para muchos estudiantes, la desaparición del voltaje entre cualquiera de los dos puntos del circuito.

Para tratar de eliminar esta dificultad conceptual de la estructura cognitiva del estudiante, se recurrirá al circuito n° 3, para ello, se necesitará otro voltímetro (V_p) el que se conectara de acuerdo a las indicaciones que se les entregará.

En el circuito N° 3 el voltímetro V_3 está conectado a la batería B, por lo tanto, éste indica el valor de la diferencia de potencial entre los extremos de la batería, y como el circuito está abierto en T_4 y T_5 , no está circulando corriente a través de los elementos que lo componen.

Se solicita al alumno que observe el circuito N°3 y anote el valor que indican los instrumentos que allí están presentes, sin cerrar los interruptores T_4 y T_5 . Se le pide que conecte el voltímetro V_p a los puntos a y b del circuito mencionado, anote este valor.

1) Por el circuito N° 3 ----- corriente al estar abierto los interruptores T_4 y T_5 y el voltímetro V_p al estar conectado entre los puntos a y b ----- una diferencia de potencial entre estos puntos
circula/ no circula
registra/ no registra

2) Cierre los interruptores T_4 y T_5 en el circuito N° 3, conecte el voltímetro V_p entre los puntos b y c, anote los valores de todos los instrumentos de medida que tiene el circuito. ¿Al desconectar T_5 dejan de funcionar (no registran paso de corriente) la (s) ampollita (s) ----- y el ó los amperímetros -----y el voltímetro V_p -----
 L_4 y L_5 A_3, A_4 y A_5 registra/ no registra la diferencia de potencial entre los puntos b y c.

3) Estando desconectado T_5 , y sin cambiar el voltímetro V_p , abra el interruptor T_4 , observe todos los instrumentos y anote el valor que indica la lectura en c/u de ellos. Al abrir T_4 , el ó los amperímetros ----- no registran paso de corriente y la ,ó las Ampolletas L_4 y L_5 ----- y la lectura de diferencia de potencial entre los puntos b y c
 A_3, A_4 y A_5
Brillan/ no brillan
----- registrada en el voltímetro V_p
es/ no es

4) Se puede asegurar entonces que si se interrumpe la corriente en un circuito -----la diferencia de potencial entre cualesquiera de los dos puntos del desaparece/ no desaparece
circuito.

5) ----- asegurar entonces que la corriente es la que produce la diferencia de potencial entre dos extremos de un circuito.
se puede/ no se puede

III.- Sugerencia de evaluación.

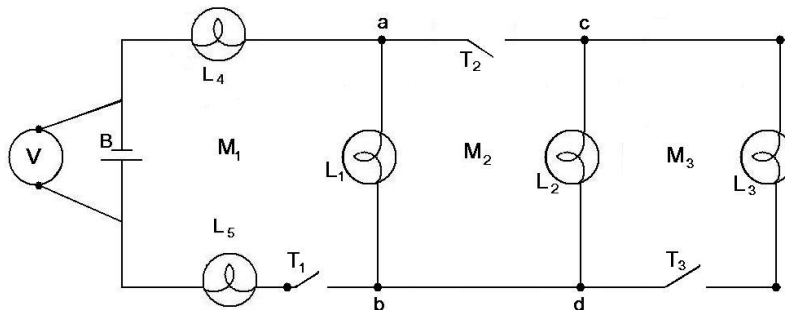
Por último se entrega una sugerencia de evaluación en base a aspectos cualitativos relacionados con la corriente eléctrica en un circuito de corriente continua; se pretende con ello, obtener información respecto al posible cambio conceptual en aquellos estudiantes que se sometieron a las actividades sugeridas en el punto anterior.

PRUEBA N°1

Nombre: ----- Curso: -----

Responda en el espacio en blanco lo que corresponda.

Dado el siguiente circuito, en el cual todas las ampolletas son iguales y están conectadas a una batería ideal V.



- 1) Al cerrar el interruptor T_1 , el brillo en la ampolleta L_4 es ----- al
mayor/ menor/ igual
brillo en la ampolleta L_1 siendo el brillo en la ampolleta L_1 ----- al brillo
en la ampolleta L_5 .
mayor/ menor/ igual
- 2) Al estar cerrado solamente T_1 , la corriente que "sale de uno de los bornes de la batería" es ----- a la que "llega al otro borne".
mayor/ menor/ igual
- 3) Manteniendo cerrado el interruptor T_1 , cierre ahora T_2 en estas condiciones el brillo en la ampolleta L_4 es ----- al brillo en la ampolleta L_1 , siendo el
mayor/ menor/ igual

brillo en la ampolleta L_1 ----- al brillo en la ampolleta L_2 , pero el brillo
mayor/ menor/ igual
en la ampolleta L_2 es ----- al brillo en la ampolleta L_5 la cual tiene un
mayor/ menor/ igual
brillo----- al brillo en la ampolleta L_4 .
mayor/ menor/ igual

4) Además de T_1 y T_2 , cierre también T_3 ; al cerrar T_3 , el brillo en la ampolleta L_4 -
----- respecto al brillo que tiene esta ampolleta cuando está cerrado T_1 y T_2
aumenta/ disminuye
solamente y además la corriente que” sale de la batería”-----
aumenta/ disminuye/ es la misma
cuando están cerrado los interruptores T_1 , T_2 y T_3 , que cuando están cerrado sólo T_1 y
 T_2

5) Cuando está cerrado T_1 , el brillo en la ampolleta L_4 es -----
mayor/ menor/ igual
al brillo en la ampolleta L_5 ; cuando está cerrado T_1 y T_2 , el brillo en la ampolleta L_4 es
----- al brillo en la ampolleta L_5 , aunque ahora (T_1 y T_2 cerrado) este brillo
mayor / menor/ igual
es ----- al anterior (T_1 cerrado)
mayor/ menor/ igual

6) De acuerdo a lo respondido en las pregunta n° 4 y 5, se puede decir que la corriente que”
sale de la batería” es ----- a la corriente que “llega a ella” y por lo tanto ésta -----
mayor/ menor/ igual es/ no es
consumida por las ampolletas que componen el circuito.

7) De acuerdo a lo respondido en la pregunta n° 4, se puede decir que la corriente que”
entrega la batería” ----- siempre constante, pues ----- de las
es/ no es depende/ no depende
ampolletas que componen el circuito.

8) Al cerrar los interruptores T_1 , T_2 y T_3 , e instalar un voltímetro entre los puntos e y c,
este indica un valor que corresponde a la diferencia de potencial entre esos dos puntos.

a) Al desconectar el interruptor T_3 ----- corriente por la ampolleta L_3 , por lo
circula/ no circula
tanto esta ----- encendida y el voltímetro ----- indicando la
sigue/ no sigue sigue/ no sigue

diferencia de potencial entre los puntos e y c.

b) Al desconectar los interruptores T_2 y T_3 , no circula corriente por la(s) ampolla(s) ----- y el voltímetro ----- indicando la diferencia de potencial entre los puntos e y c. L_5, L_4, L_3, L_2, L_1 . sigue/ no sigue

c) Al desconectar los interruptores T_1, T_2 y T_3 , no circula corriente por la (s) ampolla(s) -----, por lo tanto ----- ampollas ----- encendidas y el voltímetro ----- indicando la diferencia de potencial entre los puntos e y c, siendo el valor numérico en este caso ----- al anterior. L_5, L_4, L_3, L_2, L_1 . todas/ algunas siguen/ no siguen sigue/ no sigue

Los puntos e y c, siendo el valor numérico en este caso ----- al anterior. Igual/ distinto

d) Al estar desconectado los interruptores T_2 y T_3 , el voltímetro ----- indica/ no indica la diferencia de potencial entre los puntos e y c y siguen encendidas las ampollas ----- L_5, L_4, L_3, L_2, L_1 .

e) Al estar desconectado los interruptores T_1, T_2 y T_3 , el voltímetro ----- la diferencia de potencial entre e y c y la corriente ----- por ----- parte del circuito. indica/ no indica circula/ no circula alguna/ ninguna

f) ¿Usted mantiene la idea de que la corriente es la que produce la diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera del circuito? (justifique su respuesta)

g) ¿Usted mantiene la idea de que al abrir un interruptor en un circuito, desaparece el voltaje entre dos puntos cualesquiera de él? (Justifique su respuesta).

Bibliografía:

Draiver, R (1986). Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, Vol.: 4 Núm.: 1.

Fredette, N. H, and Lockhead, J (1980). Students' conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, March, 194-198.

Fredette, N. H. and J. Clement. (1981). Student misconceptions of an electric circuit: What do they mean? *Journal of College Science Teaching*, **11**, 280-285.

McDermott, Lillian C. and Peter 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.

Shaffer, Peter S. and Lillian 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.