

UTILIZACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES PARA MEJORAR LOS CONOCIMIENTOS RELATIVOS A LA CORRIENTE ELÉCTRICA CONTINUA MEDIANTE SU “RECONSTRUCCIÓN COLABORATIVA”

*Pérez Rodríguez, A.L.; Suero López, M.I.; Pardo Fernández, P.J. y Montanero Fernández, M. del Grupo Orión de Investigación
E-mail: aluis@unex.es; www.grupoorion.unex.es ; Universidad de Extremadura, España*

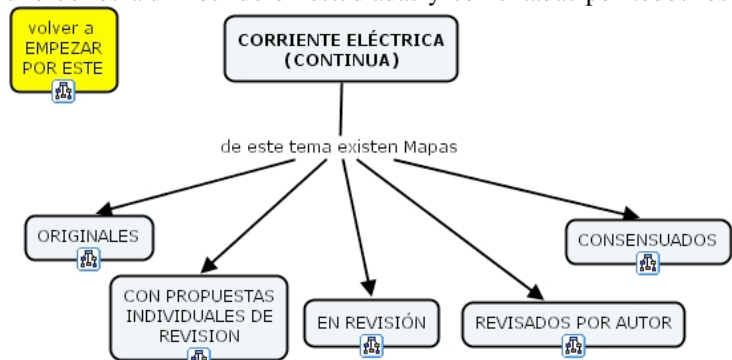
Resumen. Se presenta una experiencia de innovación educativa en la que se ha hecho uso de los mapas conceptuales y, concretamente, del programa informático CmapTools para realizar trabajos colaborativos entre los alumnos como método de ayuda mutua para la “Reconstrucción Colaborativa” de los conocimientos sobre la corriente eléctrica. La experiencia se ha llevado a cabo con los alumnos de la asignatura de didáctica de la física, del último ciclo de la licenciatura de ciencias físicas de la universidad de Extremadura (España), durante el curso académico 2004-05 y evaluada un año después.

1 Introducción

Nuestro grupo de investigación viene utilizando desde hace más de 20 años los mapas conceptuales para ayudar a nuestros alumnos a realizar aprendizajes significativos (Pérez, Peña & Mahedero, 1979) y hemos generalizado el concepto de mapa conceptual al de “Mapa de Experto Tridimensional” (Montanero, Pérez & Suero, 1998; Pérez et al., 2001), pero la necesidad de compartir estos mapas en red de manera que permitiera la realización de trabajos colaborativos entre nuestros alumnos de forma fluida nos hizo adoptar los CmapTools (Cañas et al., 2004) como herramienta de trabajo (Pérez et al., 2004). La experiencia presentada se llevó a cabo en la universidad de Extremadura (España) con los alumnos de la asignatura de didáctica de la física del último ciclo de la licenciatura de ciencias física durante el curso escolar 2004/05 y fue evaluada un año después para comprobar en qué grado el aprendizaje retenido a largo plazo había aumentado con la metodología didáctica utilizada.

2 Método

Inicialmente se propuso a cada uno de los alumnos participantes en la experiencia que realizara un mapa conceptual individual en el que reflejara la manera que tenía de relacionar entre sí los conceptos relativos al fenómeno de la corriente eléctrica. Una vez recogidos estos mapas, cada uno de los alumnos revisó los mapas realizados por los demás y le propuso a cada uno de ellos los cambios que consideraba oportunos. Todas estas propuestas de modificación de cada “Mapa Original” de cada uno de los alumnos fueron estudiadas y comentadas por todos los demás y uno de ellos se encargó de resumirlas en un “Mapa en Revisión” que el autor del mapa original en cuestión estudió detenidamente aceptando algunas y rechazando otras y justificando la decisión tomada en cada caso. Como resultado de este proceso se llegó al “Mapa Revisado” de cada uno de los alumnos. Más tarde se encargó a otro alumno la realización de una reorganización general del material elaborado incluyendo vínculos entre los diferentes mapas que facilitarían la comparación entre los contenidos de los mismos y la observación de las modificaciones introducidas, y la realización de un “Mapa Consensuado” en el que se resumiera la parte esencial de los diferentes “Mapas Revisados” de cada uno de los alumnos. Aunque la manera más utilizada para intercambiar estos ficheros y dado que nos veíamos casi a diario en las clases, fue la de hacerlo físicamente mediante intercambios de discos (o en los pen-drives), los alumnos que disponían en su casa de conexión a Internet actuaban directamente en los archivos situados en nuestro Sitio Cmap de la “Universidad de Extremadura (España)” o, si su conexión no era lo suficientemente buena, intercambiaban los archivos a través de la FTP del grupo Orion donde eran situados.

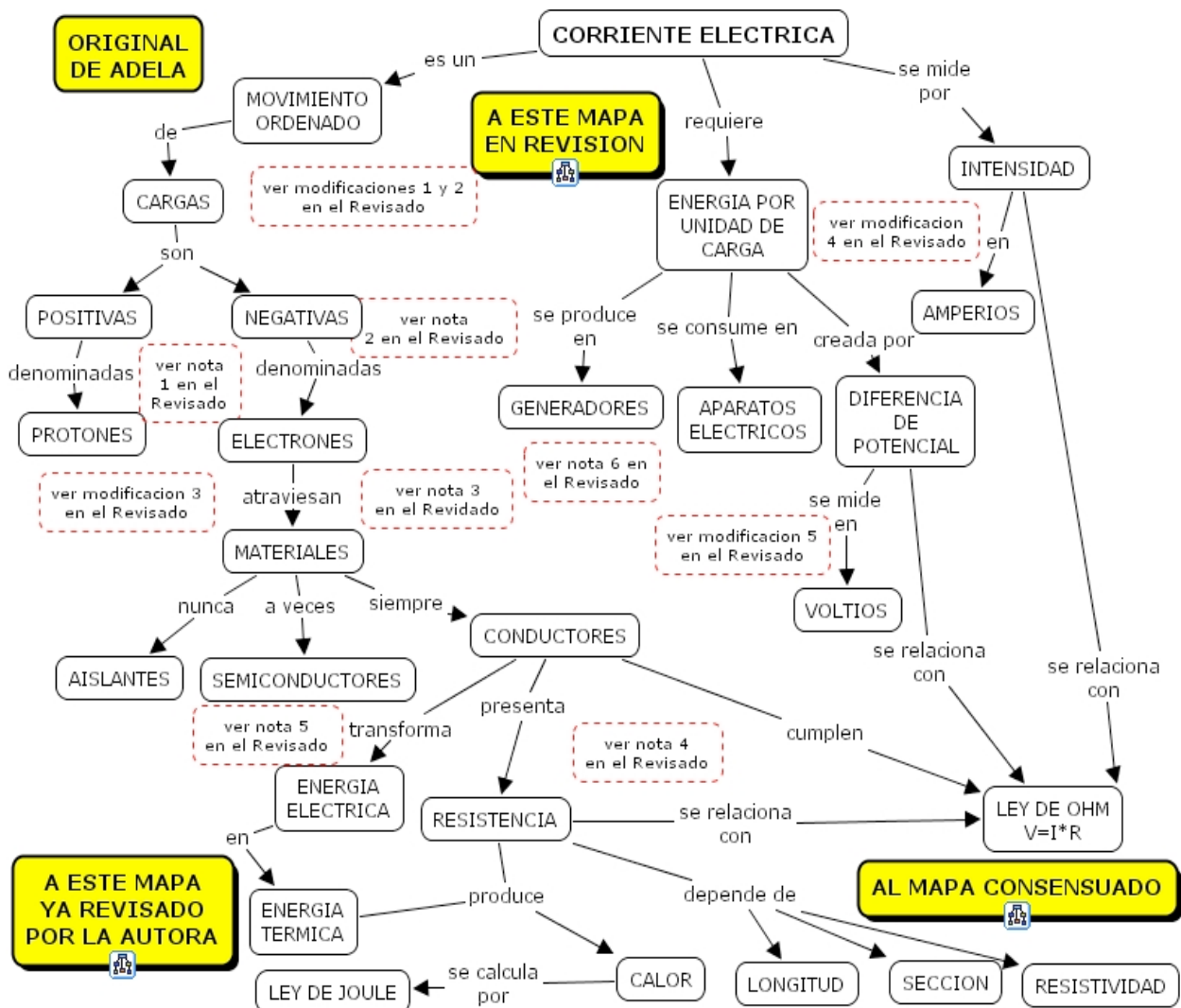


3 Resultados

Los Mapas realizados durante el desarrollo de esta experiencia se encuentran alojados en nuestro sitio Cmap: “Universidad de Extremadura (España)”, dentro de la carpeta “Asignatura de Didáctica de la Física” y en la correspondiente al curso 2004/05, donde pueden ser utilizados de manera interactiva mediante la aplicación informática CmapTools. Como ejemplo, a continuación se incluyen 5 de los 65 mapas relativos a la corriente eléctrica elaborados, que resumen el proceso seguido por el mapa que originalmente realizó una de las alumnas participantes en la misma (en este caso concretamente Adela). Para facilitar el seguimiento interactivo del contenido de esta comunicación, estos 5 Mapas que aparecen en la misma, se han situado dentro de la carpeta “Comunicaciones a Congresos” de nuestro sitio Cmap. En estos mapas aparecen vínculos que permiten saltar de unos a otros para poder comparar de manera instantánea las diferencias entre ellos y “notas” que hacen propuestas o aclaran la razón por la que se han aceptado o rechazado las modificaciones propuestas por los compañeros a los mapas originales.

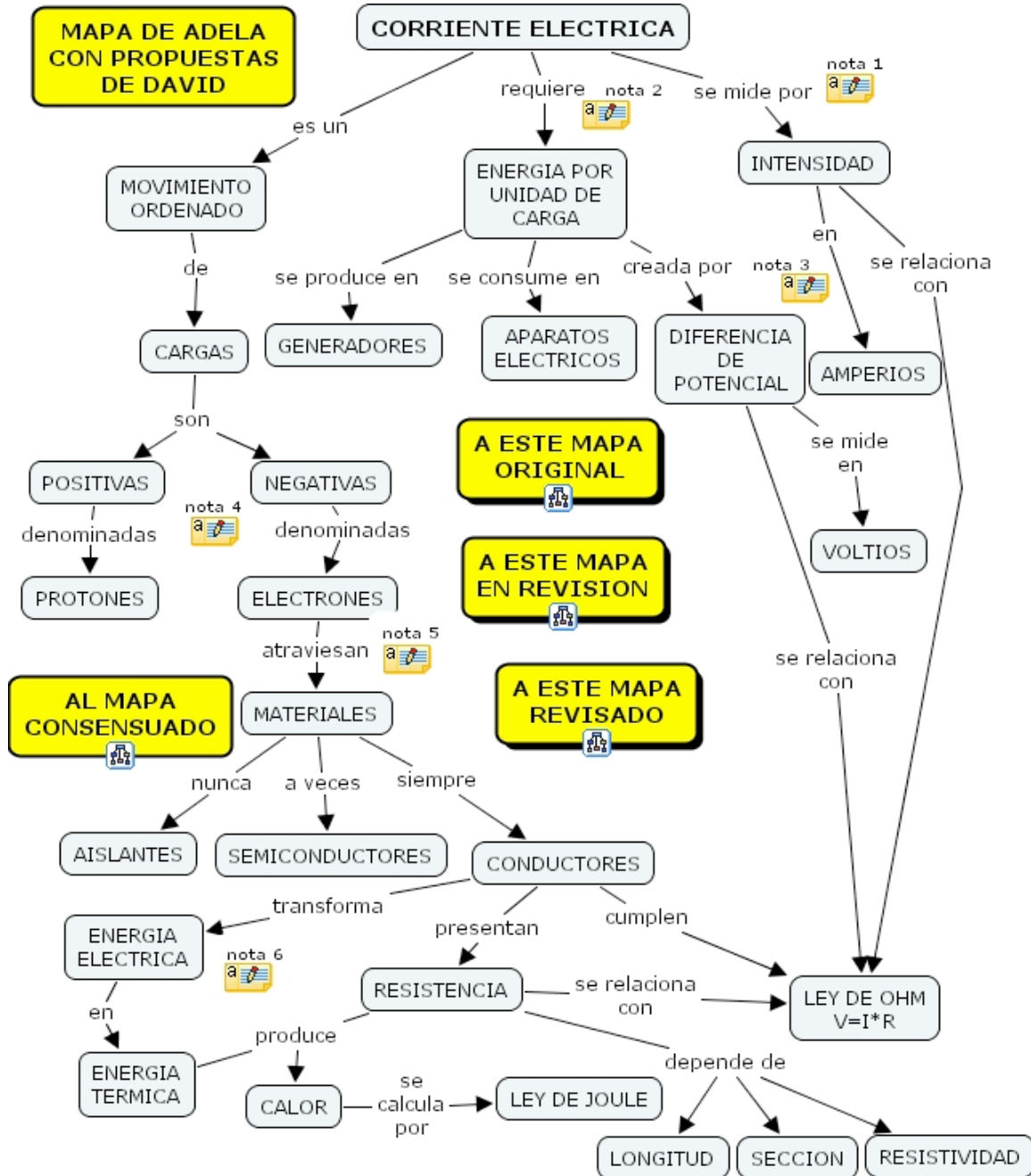
3.1 Mapa Original

Para que desde este primer momento se puedan apreciar las propuestas de modificaciones y aquellas que finalmente fueron asumidas por la autora, se anota en éste qué partes del mismo tiene propuestas de ser modificadas (aunque no han sido aceptadas por la autora) y qué otras partes han sido objeto de propuestas de modificación que finalmente han originado que la autora introduzca una modificación en el mapa revisado.



3.2 Mapa con propuestas individuales de modificación

A continuación se recoge uno de los mapas individuales con las propuestas de modificación de un compañero, en este caso concreto David, (cada uno de los compañeros hizo uno similar) al mapa original de Adela. Como puede observarse en él aparecen 6 Notas que rezan lo siguiente:

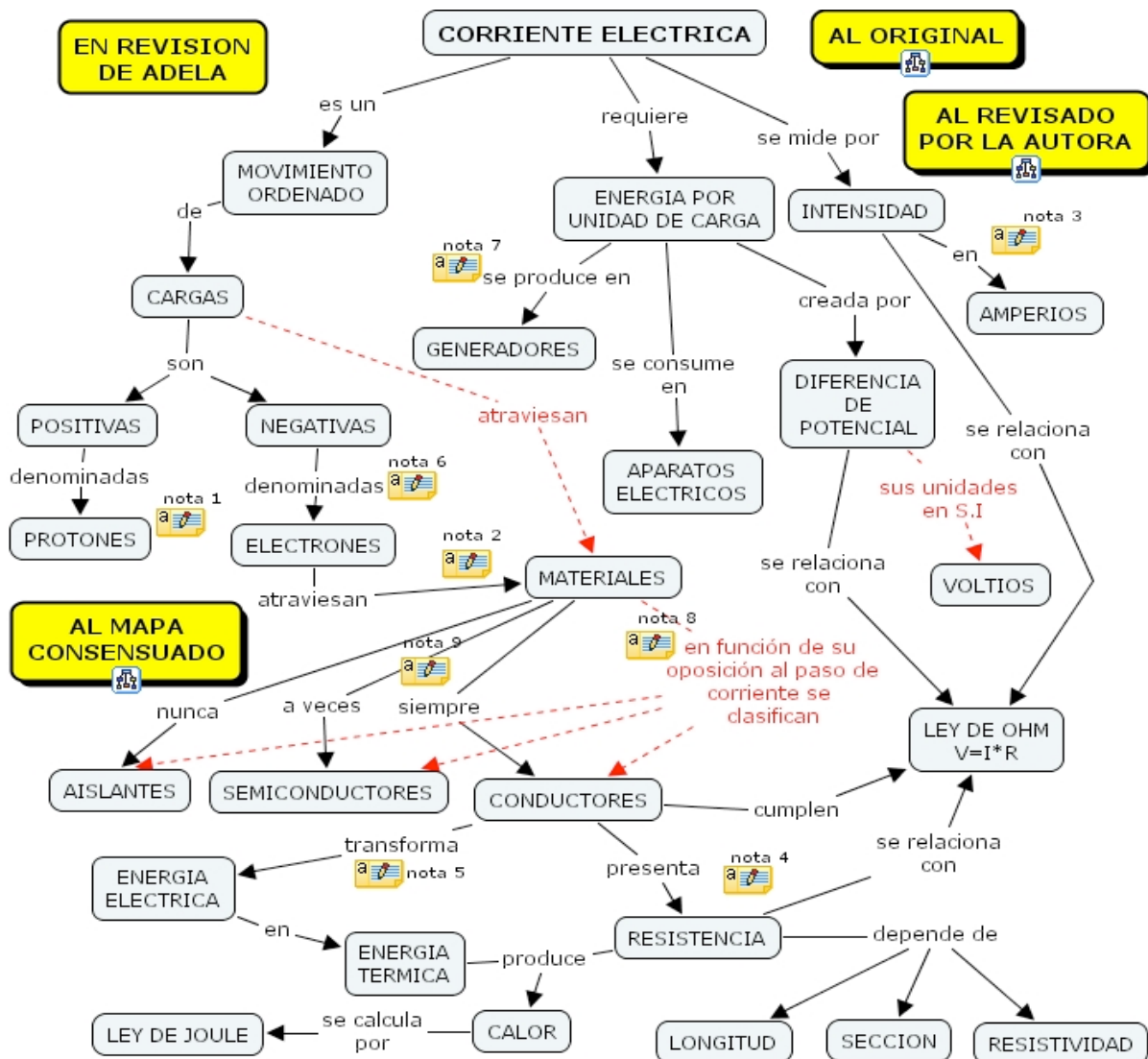


- 1: pondría "su unidad en el S.I es"
- 2: pondría "supone" en vez de "requiere"
- 3: pondría "que circula debido a una"
- 4: pondría en vez de "denominadas" el nexo "por ejemplo los"
- 5: quitaría "atraviesan" y pondría "circulan por"
- 6: pondría que sólo una parte se transforma, no toda

3.3 Mapa "En Revisión"

En este mapa se resumen todas las propuestas de modificación realizadas entre todos sus compañeros al mapa original de Adela. Además de las propuestas concretas con una opción alternativa que aparecen con líneas discontinuas (en rojo en el monitor), existen un total de 9 notas con los comentarios que se reproducen a continuación:

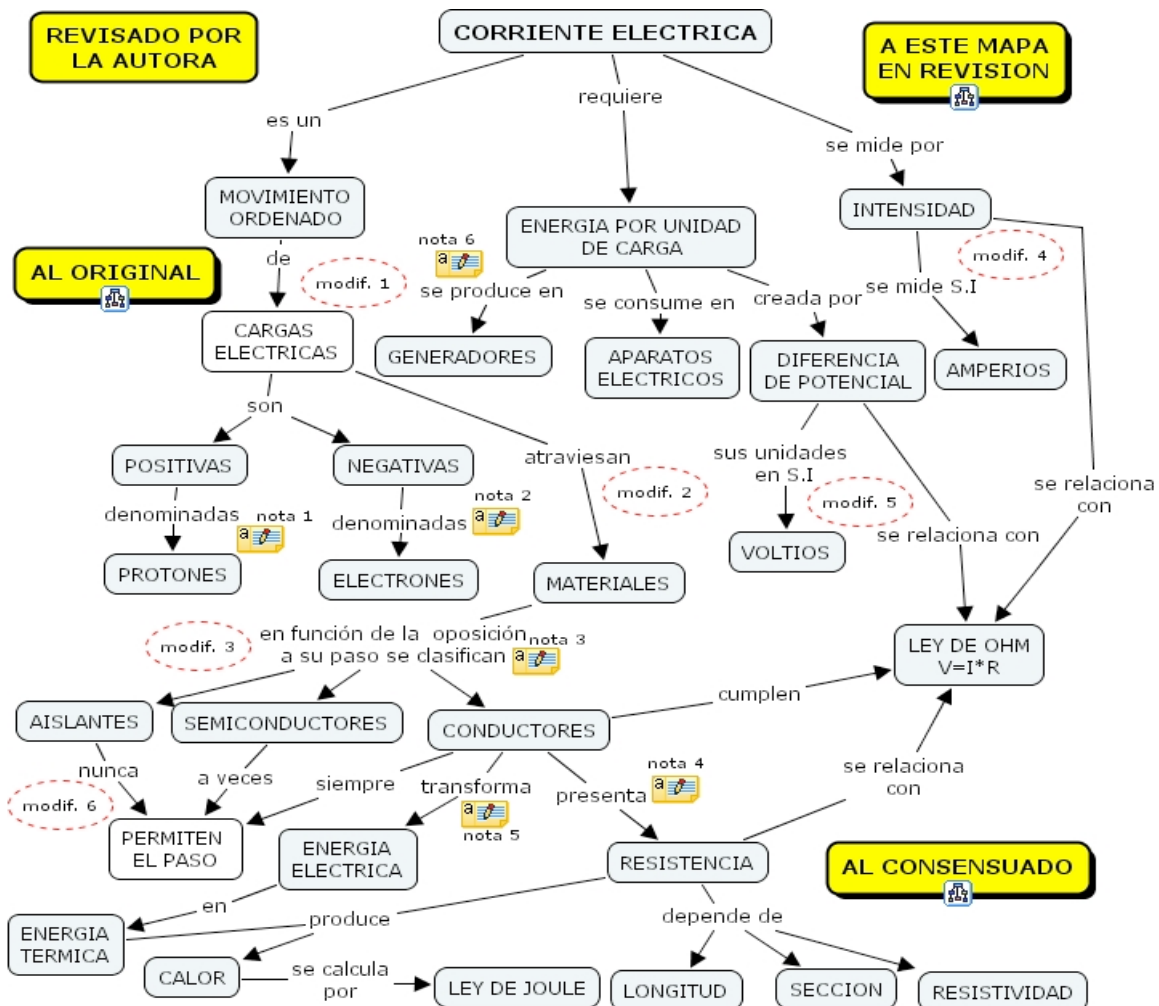
- 1: los protones no crean corriente eléctrica
- 2: quitaría atraviesan y pondría "circulan por"
- 3: diría que en el sistema internacional se mide en
- 4: los semiconductores y los aislantes también presentan resistencia
- 5: especifica que sólo se transforma una parte
- 6: en lugar de denominadas pondría "por ejemplo"
- 7: ¿no sería mejor poner que lo que se produce en los generadores es la diferencia de potencial?
- 8: ¿esta clasificación de los materiales no es según la facilidad con que se mueven los electrones?
- 9: no esta claro



3.4 Mapa Revisado por la autora

Este mapa recoge las modificaciones que ha tenido a bien aceptar la autora del mapa original. Como puede observarse acepta 6 modificaciones que mejoran notablemente su Mapa Original y rechaza las demás. En las diferentes “Notas” aclara el porqué de sus decisiones. Estas 6 notas dicen lo siguiente:

- 1: Andrea: los protones no crean corriente eléctrica (aceptada y cambio enlace)
- 2: M^a Loli: En lugar de denominadas pondría "por ejemplo"(Adela: Las cargas eléctricas negativas son únicamente los electrones. No aceptada)
- 3: José Antonio: ¿Está clasificación de los materiales no es según la facilidad con que se mueven los electrones? Andrea: No esta clara la clasificación (aceptada y cambio enlace).
- 4: Mariano: Los semiconductores y los aislantes también presentan resistencia. (Adela: Por definición la resistencia es la dificultad que opone un conductor al paso de la corriente eléctrica. No aceptada).
- 5: David: Especifica que sólo se transforma una parte. (Adela: De esta forma no hay que decir cuanto se transforma. No aceptada).
- 6: Mariano: ¿no sería mejor poner que lo que se produce en los generadores es la diferencia de potencial? (Adela: Lo pongo así para partir de la energía y no de la diferencia de potencial. No aceptada)

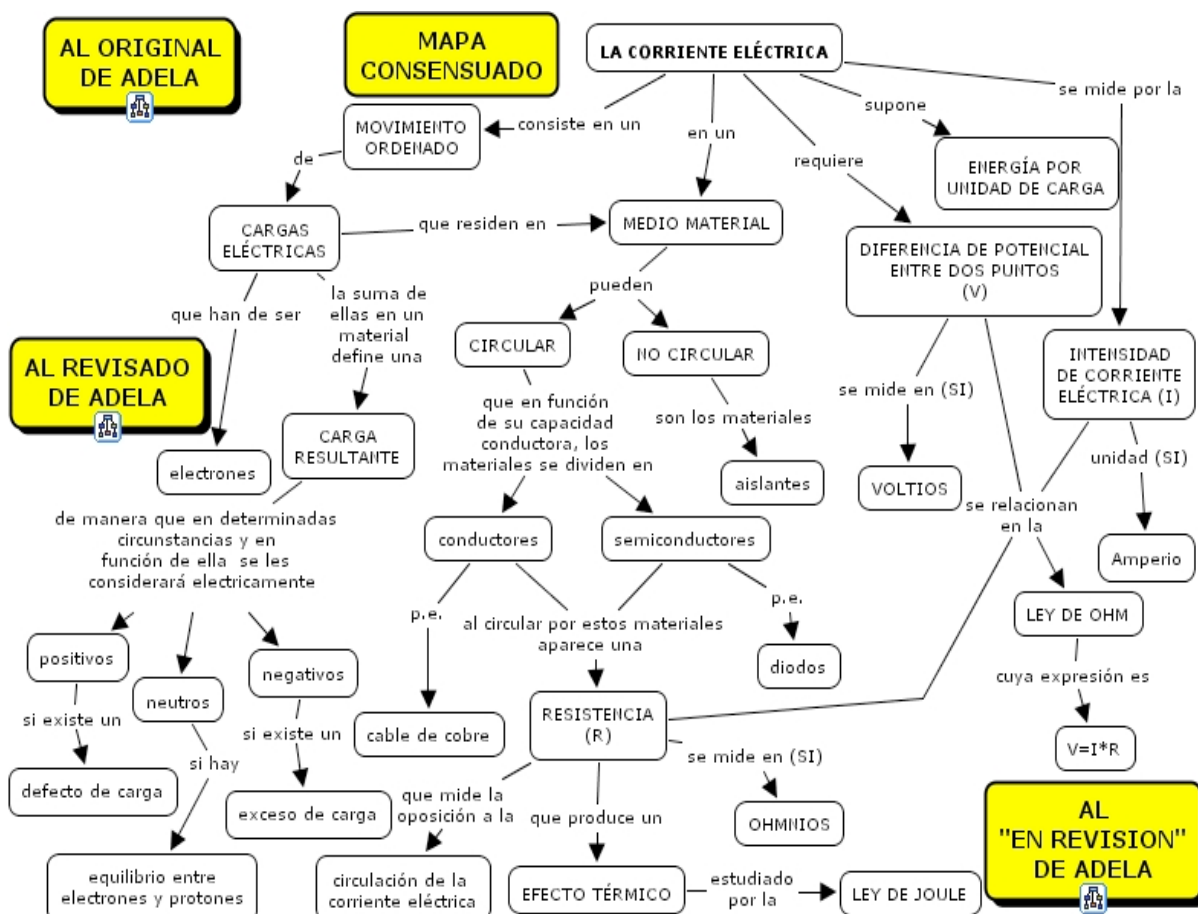


Cada uno de los alumnos participantes en esta experiencia modificó su mapa original aconsejado por sus compañeros de manera similar, y llegó a su mapa revisado por el autor que representa su manera particular de establecer las relaciones entre los conceptos considerados después de haberse visto obligado a realizar un reflexión concienzuda sobre el tema al tener que valorar las propuestas de modificaciones realizadas por el resto de los compañeros. La puesta en común estuvo llena de “anécdotas didácticas”. Por lo que respecta al mapa de Adela hubo

una discusión muy encendida hasta concluir que, dado el nivel de los alumnos a los que supuestamente iba dirigido este mapa se estaba considerando únicamente la corriente eléctrica debida al desplazamiento de los electrones, excluyéndose por el momento todo lo relacionado con la electrolisis. Especialmente discutida fue la nota 5, concluyéndose que el concepto “conductor eléctrico” era ambiguo, ya que algunos alumnos le asignaban resistencia eléctrica 0 (o despreciable) y otros consideraban que cualquier material que dejara pasar una pequeña corriente eléctrica ya podía ser considerado conductor. En este último sentido estaba utilizado este concepto en el mapa de Adela y eso tenía consecuencias didácticamente indeseables cómo que lleva a afirmar (ver el mapa) que en los conductores se transforma energía eléctrica en energía térmica, lo que, aunque sea cierto, puede llevar a los alumnos a considerar que esa sea su función, cuando en realidad esta “pérdida” de energía es indeseable y siempre se pretende minimizar. Se concluyó que es preferible utilizar el concepto de “conductor eléctrico ideal” que no tiene resistencia eléctrica y, por lo tanto, no disipa energía. Se aconsejó a Adela que si alguna vez va a utilizar su mapa con alumnos lo vuelva a modificar de nuevo en el sentido comentado. También se aconsejó que no hable a sus futuros alumnos de cargas eléctricas positivas en movimiento refiriéndose a los protones, mejor no mencionarlo, pues los protones situados en el núcleo de los átomos no se pueden mover libremente ni los electrones situados en capas “profundas” de la corteza tampoco, solamente los electrones de la última capa de átomos unidos entre sí por enlaces metálicos pueden hacerlo (las cargas eléctricas positivas que se mueven por la acción de un campo eléctrico, los cationes, pueden ser de composiciones muy diferentes).

3.5 Mapa Consensuado

A continuación se incluye el mapa finalmente consensuado.



Para establecer un mapa conceptual sobre la corriente eléctrica lo más consensuado posible, se partió del mapa individual modificado por el autor que se consideró más completo y se le fueron añadiendo aquellas partes de los otros mapas ya modificados que se creyeron más relevantes. El proceso total fue complejo pues ninguna de las opciones consideradas gustaban por completo a todos los alumnos, a veces, se podía observar asomar un poquito de

“amor propio” en el afán por mantener la defensa de las propuestas realizadas por cada uno. Aunque este mapa haya sido consensuado por los alumnos, cada uno de ellos (incluido el profesor) modificaría algunas cosas, pero se respeta el consenso logrado entre ellos.

4 Evaluación de la Experiencia

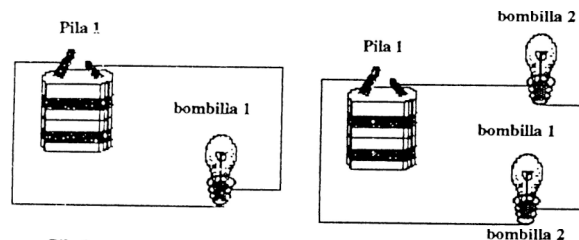
A continuación se incluye un test sobre conceptos básicos de electricidad que fue pasado a los alumnos del Curso de Aptitud Pedagógica al año siguiente de la experiencia y que había sido pasado también en ediciones anteriores de dicho curso. Este curso del CAP, que venimos impartiendo desde hace más de 20 años, es obligatorio para aquellos alumnos (todos ellos licenciados en física, en química, ingenieros, arquitectos, etc.) que quieran presentarse a las oposiciones para optar a ser profesores de educación secundaria en España (en sus 4 últimas ediciones se han generado más de 700 Cmaps que pueden ser consultados en nuestro sitio Cmap de la universidad de Extremadura). Aunque el estudio detallado de los resultados obtenidos con este test y del porcentaje de veces que es escogido cada uno de los distractores de cada ítem no es objeto específico de esta comunicación, como valoración global, al comparar los resultados obtenidos en años anteriores por grupos de alumnos que no habían participado en la experiencia con los obtenidos por el grupo de alumnos participantes, se observa que éste último obtuvo unos resultados que superaban en un 17% el porcentaje de aciertos obtenido por el primero. Este resultado indica que los alumnos que entre las actividades llevadas a cabo un año antes en la asignatura de didáctica de la física relacionadas con la enseñanza/aprendizaje de la corriente eléctrica, utilizaron la metodología didáctica descrita en esta comunicación, habían aprendido 17% más que los que habían seguido un método convencional, o, más exactamente, que transcurrido un año desde la experiencia, los conocimientos retenidos por los primeros superaban en un 17% a los retenidos por los alumnos no participantes en la misma.

TEST SOBRE CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

Nota preliminar: Se supone que todas las pilas, las bombillas y los interruptores son idénticos entre sí e ideales, así como también los cables de conexión.

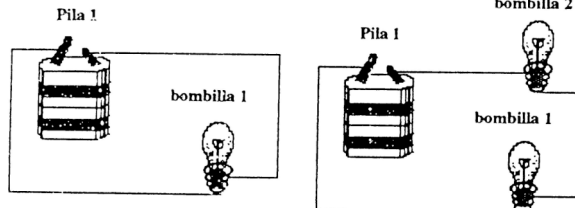
1.- Observa los circuitos 1 y 2 de la figura. El brillo de la bombilla 1 será:

- Más en el circuito 1 que en el 2.
- Menos en el circuito 1 que en el 2.
- Igual en el circuito 1 que en el 2.
- En el circuito 2 no lucirá.



2.- Observa el circuito 2 de la figura. El brillo de la bombilla 1 será:

- Mayor que el de la bombilla 2.
- Menor que el de la bombilla 2.
- Igual que el de la bombilla 2.
- La bombilla 1 no lucirá.

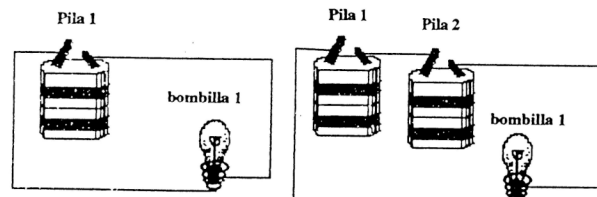


CIRCUITO 1

CIRCUITO 2

3.- Observa los circuitos 1 y 3 de la figura. El brillo de la bombilla 1 será:

- Mayor en el circuito 1 que en el 3.
- Igual en el circuito 1 que en el 3.
- Menor en el circuito 1 que en el 3.
- Nulo en el circuito 3.

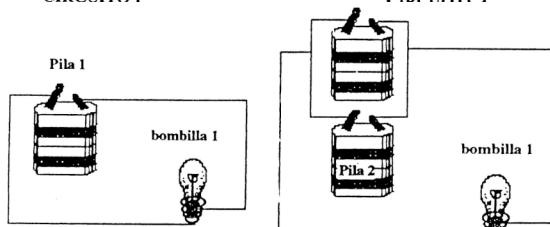


CIRCUITO 1

CIRCUITO 3

4.- Observa los circuitos 1 y 4 de la figura. El brillo de la bombilla 1 será:

- Mayor en el circuito 1 que en el circuito 4.
- Igual en el circuito 1 que en el circuito 4.
- Menor en el circuito 1 que en el circuito 4.



CIRCUITO 1

CIRCUITO 4

d) Nulo en el circuito 4.

5.- Observa el circuito 5 de la figura. La diferencia de potencial entre los puntos 1 y 2 será:

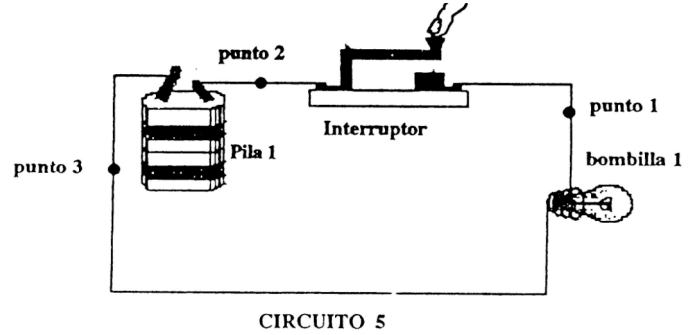
- a) Mayor cuando el interruptor está pulsado.
- b) Mayor cuando el interruptor está abierto.
- c) Igual en ambos casos.
- d) Nula cuando el interruptor está abierto.

6.- Observa el circuito 5 de la figura. La diferencia de potencial entre los puntos 1 y 3 será:

- a) Mayor cuando el interruptor está pulsado.
- b) Mayor cuando el interruptor está abierto.
- c) Igual en ambos casos.
- d) Nula cuando el interruptor está abierto.

7.- Observa el circuito 5 de la figura. La diferencia de potencial entre los puntos 2 y 3 será:

- a) Mayor cuando el interruptor está pulsado.
- b) Mayor cuando el interruptor está abierto.
- c) Igual en ambos casos.
- d) Nula cuando el interruptor está abierto.



RESUMEN GLOBALIZADO DEL RESULTADO DEL TEST

% de Aciertos	1	2	3	4	5	6	7	MEDIA
Grupo Control	52%	56%	61%	46%	54%	52%	68%	56%
Grupo Experimental	68%	66%	72%	72%	75%	73%	82%	75%
Mejora Conseguida	16%	10%	11%	26%	21%	21%	14%	17%

5 Agradecimientos

Al Ministerio de Educación y Ciencia, por el proyecto BFM2003-01465, correspondiente al Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i) y al programa FEDER de la Unión Europea.

6 Referencias

- Cañas, A. J., Hill, G., Carff, R., Suri, N., Lott, J., Eskridge, T., et al. (2004). CmapTools: A Knowledge Modeling and Sharing Environment. En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping* (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra.
- Montanero, M., Pérez, A.L. y Suero, M.I. (1998). "Mapas conceptuales tridimensionales". XI Conferencia Nacional de Física e VIII Encontro Ibérico para o Ensino da Física. Libro de resúmenes. Porto (Portugal).
- Pérez, A.L., Peña, J.J. y Mahedero, B. (1979). "Electronic device of didactic and electrometric interest for the study of RLC circuits". *Am. J. Phys.*: 47 (2), pág. 178-181 U.S.A.
- Pérez, A.L., Suero, M.I., Montanero, M. y Pardo, P.J. (2001) "Three-dimensional conceptual maps: an illustration for the logical structure of the content of optics". *International Conference Physics Teacher Education Beyond 2000. Selected Contributions*. R. Pinto & S Suriñach. ISBN 2-84299-312-8; pág 603-604. Editorial Elsevier Francia.
- Pérez, A.L., Suero, M.I., Montanero M. y Pardo, P.J. (2004). "Aplicaciones de la teoría de la elaboración de Reigeluth y Stein a la enseñanza de la Física. Una propuesta basada en la utilización del programa informático CmapTools En A. J. Cañas, J. D. Novak & F. M. González (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping*, Pamplona, España: Universidad Pública de Navarra.