

# ANALOGÍAS FRECUENTES ACERCA DEL CIRCUITO ELÉCTRICO: REFLEXIÓN DE PROFESORES NOVELES.

Juan José Marrero Galván<sup>1</sup> – José Fernández González<sup>2</sup>

Grupo Blas Cabrera Felipe – GITEP. Departamento de Didácticas Específicas. Facultad de Educación. Universidad de La Laguna.

C/ Heraclio Sánchez 34. 38204. La Laguna. Santa Cruz de Tenerife Canarias España.

<sup>1</sup> [jmargalp@gmail.com](mailto:jmargalp@gmail.com)

<sup>2</sup> [jofdez@ull.es](mailto:jofdez@ull.es)

## Resumen

En esta investigación presentamos un análisis teórico empírico del trabajo de los docentes sobre la electricidad y el circuito eléctrico ayudándose de analogías, se estudia el uso y las limitaciones del apoyo en el recurso didáctico de las analogías en relación con el aprendizaje, además de analizar la percepción de los docentes de las analogías típicas utilizadas en la enseñanza de este tópico.

**Palabras clave:** Analogías, pensamiento profesor, ciencias experimentales, formación y perfeccionamiento del profesorado.

## Abstract

In this study we present a theoretical and empirical analysis of teachers' work on electricity and electrical circuit, using analogies, we study the use and limitations of teaching resource support in the analogies in relation to learning, and to analyze teachers' perception of the typical analogies used in teaching this topic.

**Keywords:** Analogies, teacher thinking, experimental sciences, teacher formation and training.

## 1. Fundamentación

Los estudios que han examinado las analogías en relación a la enseñanza de la Ciencia han incidido en que acrecientan en los estudiantes la habilidad para resolver problemas (Friedel<sup>1</sup> y col., 1990), en la comprensión de textos (Vosniadou y Shommer<sup>2</sup>, 1988), en el entendimiento conceptual de contenidos científicos (Gentner y Gentner<sup>3</sup>,

---

<sup>1</sup> FRIEDEL, A., GABEL, D. Y SAMUEL, J. (1990). Using analogies for chemistry problem solving. *School Science and Mathematics*, nº 90, pp. 674-682.

<sup>2</sup> VOSNIADOU, S. Y SCHOMMER, M. (1988). Explanatory Analogies Can Help Children Acquire Information From Expository Text. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 80, nº 4, pp. 524-536.

<sup>3</sup> GENTNER, D. & GENTNER, D. R. (1983). Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. En D. GENTNER & A.L. STEVENS (Eds.) *Mental models* (pp. 99-129). Hillsdale., NJ: Erlbaum.

1983; Johsua y Dupin<sup>4</sup>, 1987; Dupin y Johsua<sup>5</sup>, 1990), y en la construcción de explicaciones científicas (Wong<sup>6</sup>, 1993).

Las analogías actúan de tal forma que es como si no fueran tenidas en cuenta después de que se ha hecho uso de ellas, según Dagher<sup>7</sup> (1994). Aunque proveen un puente entre lo conocido y lo menos conocido, algunos investigadores les preocupa que este puente tenga una cualidad evasiva que pueda inducir a quienes lo atraviesan, hacia caminos laterales que interfieran en la llegada al destino esperado. (Curtis y Reigeluth<sup>8</sup>, 1984; Duit<sup>9</sup>, 1991; Glynn<sup>10</sup>, 1991; Marbá<sup>11</sup> y col. 2004).

Las analogías, en un sentido general, han sido abordadas por numerosos investigadores al estudiar las ideas preconcebidas de los estudiantes de secundaria en la física (Clement<sup>12</sup>, 1993), y al analizar en las prácticas de profesores, el uso de sus propias analogías en la generación de explicaciones de fenómenos de física (Heywood<sup>13</sup>, 1997).

---

<sup>4</sup> JOHSUA, S. Y DUPIN, J. (1987). Taking into account student conceptions in instructional strategy: An example in physics. *Cognition and Instruction*, nº 4, pp. 117-135

<sup>5</sup> DUPIN, J. J. y JOSHSUA, S. (1990). Una analogía térmica para la enseñanza de la corriente continua en electricidad: descripción y evaluación. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 8, nº 2, 119-126.

<sup>6</sup> WONG, D. (1993). Self-Generated Analogies as a Tool for Constructing and Evaluating Explanations of Scientific Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 30, nº 4, pp. 367-380.

<sup>7</sup> DAGHER, Z. (1994). Does the Use of Analogies Contribute to Conceptual Change?. *Science Education*, Vol. 78, nº 6, pp. 601-614.

<sup>8</sup> CURTIS, R.; REIGELUTH, C. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, Vol. 13, nº 2, pp. 99-117. Reimpresión por Springer Netherlands. DOI: 10.1007/BF00052380. <http://www.springerlink.com/home/main.mpx>

<sup>9</sup> DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science education*. Vol 75, nº 6, 649-672.

<sup>10</sup> GLYNN, S. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching with Analogies Model. The Psychology of Learning Science. En GLYNN, S; YEANY, R.; BRITTON (Eds.), Cap. 10, pp. 219-240.

<sup>11</sup> MARBÁ, A.; SOLSONA, N. Y IZQUIERDO, M. (2004). *Análisis de textos para la competencia lectora de los estudiantes de ciencias*. Actas XXI Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. 239-244. San Sebastián.

<sup>12</sup> CLEMENT, J. (1993). Using Bridging Analogies and Anchoring Intuitions to Deal with Students' Preconceptions in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1241-1257.

La eficacia de las analogías, en la promoción de la comprensión conceptual, en relación con electricidad, ha sido investigada con niños de diferentes edades (Shipstone<sup>14</sup> 1984; Cosgrove<sup>15</sup>, 1995). También se han puesto de manifiesto verdaderas dificultades para distinguir entre los modelos analógicos y los circuitos eléctricos, mezclando propiedades de ambos sistemas que no tienen nada que ver entre sí.

Una interpretación sencilla de la estructura para las analogías la considera formada por el *tópico*, la *trama* (o *relación analógica*) y el *análogo*:

Así, una analogía sería un conjunto de relaciones que se establecen para comparar características similares de determinadas partes de las estructuras de dos representaciones: el análogo y el tópico. El razonamiento analógico se concibe como la transferencia del conocimiento de una zona ya conocida (idea del análogo) a una zona nueva (idea del tópico).

En el caso de las analogías para el circuito eléctrico, encontrar una trama de relaciones correcta (en sintonía con el pensamiento del emisor) es el requerimiento para entender correctamente el mensaje que se intenta transmitir con la analogía.

Se ha de encontrar algunos observables que nos indiquen si la analogía fue suministrada adecuadamente por el profesor, y si se diseñó adecuadamente el análogo, e indagar sobre las ideas previas que el alumno tiene sobre el dominio del análogo, ya que cualquiera de estas deficiencias puede ser contraproducente para comprensión adecuada de la analogía (Fernández<sup>16</sup> y col. 2001).

## 2. Planteamiento de la investigación

Se presentó unas breves ideas acerca de los recursos analógicos que con cierta frecuencia se encuentra el profesorado en la mayoría de los libros de textos utilizados en primaria/secundaria y en las acciones de aula.

Posteriormente, se introdujo a los docentes el tópico de la electricidad y el circuito eléctrico, ayudándonos de analogías, con un análisis teórico y empírico.

El análisis se llevó a cabo de tal forma que mientras los profesores exploraban en pequeños grupos circuitos eléctricos sencillos, se introdujeron una serie de analogías típicas y, en momentos estratégicos, se les pidió escribir reflexiones individuales sobre

---

<sup>13</sup> HEYWOOD, D. Y PARKER, J. (1997). Confronting the analogy: primary teachers exploring the usefulness of analogies in the teaching and learning electricity. *International Journal of Science Education*, 19(8), 869-885.

<sup>14</sup> SHIPSTONE, D. M. (1984). A study of children`s understanding of electricity in simple D.C. circuits. *European Journal of Science Education*, vol. 6, 185-198.

<sup>15</sup> COSGROVE, M. (1995). A study of science-in-the-making as students generate an analogy for electricity. *International Journal of Science Education*, Vol. 17, nº 3, pp. 295-310.

<sup>16</sup> FERNÁNDEZ, J; PORTELA, L.; GONZÁLEZ, B. Y ELORTEGUI, N. (2001). *Las analogías en el aprendizaje de la Física en Secundaria*. I Congreso Nacional de las Didácticas Especiales. Vol. II Actas del Congreso, 1901-1914. Granada. ISBN: 84-8491-006-7.

la utilidad que habían encontrado en estas analogías para formar parte de su propio pensamiento y aprendizaje. Se mantuvo un registro de cada grupo acerca de las cuestiones emergentes en todo el período de sesiones. Se dispone de una grabación de la recopilación de las reflexiones individuales, de las ideas y preguntas del grupo. Los profesores fueron entrevistados con el fin de proporcionar observaciones detalladas sobre cómo las analogías habían influido en sus estrategias a emplear en el aprendizaje del alumnado.

La investigación llevada a cabo estudia el uso y las limitaciones del apoyo en el recurso didáctico de las analogías en relación con el aprendizaje, además de analizar la percepción de los docentes de las analogías típicas utilizadas en la enseñanza de la electricidad con profesores de Primaria y educación Secundaria Obligatoria, analizando utilidad y limitaciones a través de investigaciones de las prácticas y un examen crítico por profesores en ejercicio.

Las analogías presentadas al profesorado son diversas:

- 1) Símil hidráulico / corriente eléctrica
- 2) Circuito calefacción / circuito eléctrico
- 3) Botellón de agua y tubos plásticos / circuito eléctrico
- 4) Sistema circulatorio humano / circuito eléctrico
- 5) Grupo de individuos moviéndose / corriente eléctrica

La mayoría sustentan un modelo hidráulico (caso uno, caso tres y cuatro) según Yvette, y Gentner<sup>17</sup>, (1985).y en el modelo del circuito de calefacción aunque se utiliza el agua, esta no es la idea que subyace sino la de la energía que se transfiere. Distinto es el caso del grupo de gente moviéndose.

#### 1) *Símil hidráulico / corriente eléctrica*

Esta analogía, presentada de esta forma o bien como “circuito hidráulico / circuito eléctrico”, es frecuentemente empleada en la enseñanza de la electricidad, tanto en las aulas como en los textos. Conlleva tener nociones de un sistema hidráulico de agua, cerrado, en el cual, una bomba hace circular el agua y en el que se pueden introducir dispositivos variados, que a su vez tendrán un impacto sobre la presión en todo el sistema.

La pila almacena energía como un depósito de corriente eléctrica, similar a un estanque de agua.

El movimiento de agua desde un recipiente a otro de menor altura, es una situación análoga a conseguir un movimiento sostenido de carga en un conductor.

El agua se moverá por el interior de una tubería que conecta los depósitos solamente cuando exista una diferencia en el nivel de agua. El movimiento de agua en la tubería, cesará cuando la presión en cada extremo se iguale, algo parecido a la

---

<sup>17</sup> YVETTE, J.T. Y GENTNER, D. (1985). What makes water analogies accessible: experiments on the water-flow analogy for electricity. *Aspects of Understanding Electricity*, 311-318.

movilidad de electrones en un conductor, que cesa cuando no hay diferencia de potencial.

Para que el movimiento de agua se mantenga debe existir una bomba adecuada que sea capaz de mantener la diferencia entre los niveles de agua. Entonces existirá una continuidad en la presión del agua y un movimiento continuo de agua. Lo mismo ocurre en un circuito eléctrico.

## *2. Analogía circuito calefacción / circuito eléctrico*

Esta analogía también consiste en usar un circuito hidráulico como recurso para explicar el circuito eléctrico, pero con el añadido de que ahora el agua transporta algo no tangible, etéreo, como es la energía. Ahora lo que se compara es la energía térmica que lleva el agua con la corriente en el circuito eléctrico.

La bomba es la que provoca el movimiento del agua, pero no aporta agua, es similar al papel de la pila en el circuito: mueve las cargas pero no las aporta.

Una rotura en la tubería de agua, provoca que toda el agua se derrame al igual que al cortar el cable conductor deja de circular la electricidad.

La energía que se le da al agua en la caldera de calefacción es parecida a la energía que toma la corriente eléctrica de la batería.

El transporte de energía en el circuito hidráulico es parecido al circuito eléctrico.

## *3. Botellón agua y tubos plásticos / circuito eléctrico*

El análogo que se seleccionó es bastante familiar para los alumnos, ya que es un recipiente doméstico de un botellón de agua mineral y unas mangueras de plástico, ambos transparentes. Se explicó el funcionamiento y se hacen demostraciones.

En esencia, el botellón, relleno de agua, es flexible y al presionarlo con la mano impulsa el agua, ésta asciende por la tubería central y sale por el pitorro del embudo hasta su regreso al recipiente. La manguera sirve para transportar de manera visible el agua. Los elementos visibles del botellón y el tubo deberían verse como similares a un circuito eléctrico.

El botellón al presionarlo con la mano impulsa el agua y actúa como una bomba de agua (de forma análoga a la batería).

La manguera sirve para transportar de manera visible el agua, de forma análoga a los cables con la electricidad invisible.

El recipiente cilíndrico es similar a una pila y el tubo flexible de plástico (circuito cerrado) es similar al alambre conductor.

El esfuerzo intenso de bombeo incrementa la corriente de agua de manera similar a como las pilas más potentes incrementan la corriente eléctrica.

El truncamiento de la corriente de agua, debido a la conexión de ambos extremos del tubo de plástico al pitorro, es similar a lo que ocurre si se conectan ambos extremos del conductor a un mismo borne de la pila.

## *4) Sistema circulatorio humano / circuito eléctrico*

El sistema circulatorio humano se utiliza como una simple analogía de un sistema cerrado en el que el corazón actúa como una bomba para impulsar sangre

alrededor del cuerpo y la cantidad de sangre que sale del corazón es, en última instancia, la misma cantidad de sangre que entra en el corazón. Sin embargo, la naturaleza de la sangre, con respecto al nivel de oxígeno ha cambiado.

Conservación constante del volumen de sangre // Constante el flujo en la corriente eléctrica.

El corazón actúa como una bomba // Funcionamiento de una batería.

El nivel de oxigenación de la sangre en el pulmón ha mejorado su calidad // Ha cambiado la naturaleza de la electricidad, al pasar por los elementos del circuito

##### 5) *Grupo de individuos moviéndose / Corriente eléctrica.*

Esta analogía se introduce a través de una dinámica de roles en el que los individuos representan el movimiento de los electrones en un circuito.

Las personas caminan a velocidad constante alrededor de un círculo amplio y, al hacerlo, pasan a través de un equivalente a la *batería*, que está representada por un miembro, que actúa como un punto de dinamización, obligando en este punto a las personas a agitar los brazos fuertemente mientras caminan.

En el círculo en que se desplazan los individuos están obligados a pasar por un estrecho túnel donde sus movimientos de brazos están limitados, resultando que con frecuencia los brazos golpean las paredes del túnel por lo que ocasiona calor (equivale a la bombilla que se enciende). Las personas que regresan a la batería son re-energizados de nuevo, antes de reiniciar un nuevo circuito.

La noción de “electrones/electricidad” no se presenta en profundidad, en un sentido científico, sino que más bien se adopta la terminología, de tal forma que sólo se pretende describir el flujo en un circuito eléctrico.

Esta analogía ha producido un gran debate, y fue posible identificar varias ideas:

Las personas caminan como la corriente eléctrica.

Los individuos regresan, parecido a la conservación de la corriente.

La velocidad de caminar es como la cantidad de corriente.

La restricción de movimiento del brazo en el túnel se parece a la transferencia de energía (debido a la resistencia).

El túnel se calienta igual que la transferencia de energía resultante en la bombilla incandescente.

El tamaño del túnel equivale a la resistencia en el circuito.

La causa del movimiento del brazo es función de la batería.

La intensidad del movimiento del brazo es como el tamaño de la batería.

### 3. Resultados

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de la Facultad de Educación (Universidad de La Laguna), en el que participaron 24 profesores de primaria y secundaria. Se reunieron durante siete sesiones de cuatro horas de duración cada una.

#### 1. *Analogía circuito hidráulico / circuito eléctrico*

En la explicación de la analogía, la mitad del grupo encuentra que se trata de una herramienta útil y satisfactoria, mientras que otros todavía discutían por llegar a un acuerdo con el modelo, ya que la persistencia de la visión secuencial se sigue mostrando inviable. Se percibe que describe lo que sucede en el circuito completo, de forma global, pero no lo explica en sus partes.

Esta analogía es la única que reconocen casi todos los profesores (95%) por aparecer en los textos o tenerla asumida en sus conocimientos.

El 85 % consideran que la corriente eléctrica que se desplaza por los hilos conductores se asemeja al flujo de agua por una tubería.

El 60 % consideran que La velocidad con que el agua se mueve en una tubería depende de la resistencia ofrecida por la propia tubería, aunque no pueden concretar si es similar a la corriente que atraviesa un circuito también depende de la resistencia que el conductor.

El 28 % llega a comparar las bombillas con pequeños recipientes a llenar de agua y que las mismas tienen una pérdida constante de corriente eléctrica en forma de luz y de calor, igual que si se gastara agua de los recipientes.

### *2. Analogía circuito calefacción / circuito eléctrico*

En esta analogía aparecen menos cuestionamientos que en la anterior, aunque la familiaridad con el circuito de calefacción es muy diferente según la experiencia de los profesores.

El 90% reconocen la relación entre la bomba con la impulsión de agua y la pila en el circuito eléctrico impulsando los electrones; aunque pocos (10%) llegan a pensar que en ambos casos se trata de aporte de energía.

El 60% compara la rotura de la tubería con el cable conductor que se parte, pero en todos queda confusa la idea de si fluye la electricidad al exterior igual que el agua.

Con la función de la energía, en la caldera de calefacción y en la batería del circuito, no parecen existir dudas del papel de la energía y su conservación en ambos casos.

Hay ocasiones (20%) en que se manifiesta que ambos circuitos llevan calor e incluso hay casos en que se usa indistintamente los conceptos de calor y temperatura para referirse a lo que llevan los circuitos.

### *3. Botellón agua y tubos plásticos / circuito eléctrico*

Esta analogía resultó muy cómoda para que se implicaran en su funcionamiento y establecer con celeridad comparaciones con el circuito eléctrico.

La intensidad en el bombeo sirvió para comparar la potencia de la batería, e inferir razonamientos acerca de la intensidad y el voltaje de la corriente (30%).

La visualización del agua coloreada moviéndose en la manguera fue un claro ejemplo del desplazamiento de los electrones, pero indujo directamente a pensar que los electrones se desplazan como porciones de agua muy pequeñas (85%).

A todos les resultó fácil analizar como funciona el botellón de agua para impulsarla, pero ninguno logró establecer una discusión acerca de lo que sucede en el interior de la pila. Todo lo contrario, obligó a plantearse muchas preguntas.

#### *4. Sistema circulatorio humano / circuito eléctrico*

Todos los profesores del grupo, encuentran la analogía útil en su aprendizaje. La principal justificación está en relación con el concepto de conservación de la corriente y cómo ha cambiado la electricidad a su paso por la bombilla. Una dificultad puesta de manifiesto fue que era posible visualizar el oxígeno, pero muy difícil de observar la energía.

El 70% encuentran que esta analogía es la más apropiada para explicar el papel de la batería de una forma funcional y operativa, muy acorde con la perspectiva de los alumnos.

Lleva a pensar que la sangre lleva algo a todo el cuerpo; con el uso del oxígeno, evitando una pérdida de éste, reflexión que no se da en el circuito eléctrico.

#### *5. Grupo de individuos moviéndose / Corriente eléctrica*

El grupo de profesores encuentran esta analogía útil. Ahora bien, el 60% consideran que la analogía ayuda a desarrollar ideas acerca de la conservación de la corriente, e identifican que la analogía explica la idea de transferencia de energía en la bombilla. El 40% de profesores logran explicar más claramente el papel de la batería. En un examen crítico de esta analogía se refleja que algunos reconocen que no pueden explicar si los electrones pierden toda o parte de su energía en el bulbo; ni tampoco la diferencia entre la transferencia de energía en el bulbo y la energía necesaria para que los electrones se muevan en todo el circuito.

La analogía no puede explicar las observaciones (88%), y es apropiada si miras el circuito completo (60%). Es decir, el 8% expresan que no es consistente para ir explicando el circuito por partes, en un modelo secuencial de la analogía; e incluso el análisis puede resultar confuso/frustrante (20%). Al aplicar esta analogía a un circuito de dos bombillas en serie, se reconoce que la analogía no explica adecuadamente el fenómeno. Por la dificultad en la conciliación de la evidencia con la analogía comenzaron a preocuparse por cuestiones del tipo ¿cómo funciona el circuito para saber que la energía tiene que ser compartida?.

#### **4. Consideraciones finales**

Una vez que se esté familiarizados con los elementos que constituyen el circuito, de la forma de conectarlos y de cómo funcionan, parece ser el momento de pasar a plantear y analizar los modelos analógicos que se van a utilizar para explicar las propiedades observadas.

No hay analogía (o una combinación de éstas) que pueda explicar con todo detalle la evidencia empírica observada en los circuitos más simples. Cuando parecen hacerlo, a menudo es debido a que la analogía no ha sido objeto de un análisis por el profesorado, en la elaboración de materiales de aula.

De otra parte, no está claro que tanto el modelo hidráulico como el térmico sean más familiares y fáciles que los circuitos eléctricos, y que por tanto que se tenga un conocimiento de ellos lo suficiente como para que puedan hacer la transferencia de conocimiento desde los modelos analógicos a los circuitos.

Los resultados obtenidos empleando analogías aconsejan su utilización puntual para facilitar el aprendizaje de aspectos concretos, evitando que una conjunto de



comparaciones puedan servir más para confundir que para clarificar. En todos los casos, cuando el profesor vaya a ponerlo en práctica debe tener especial cuidado con el lenguaje utilizado ya que puede reforzar el “modelo secuencial” sin desearlo (Shipstone<sup>18</sup>, 1985). Más aún si los profesores arrastran errores como ciertas investigaciones han detectado (Cohen<sup>19</sup>, 1985; Jung<sup>20</sup>, 1985).

Se presentan pues, dos directrices docentes que pueden llegar a colisionar. De un lado, es imprescindible tener una visión global del circuito eléctrico (antisequencial), y de otro lado, para la comprensión de los circuitos eléctricos con analogías es apropiado tratar por partes el circuito (secuencial).

No se pretende la comprensión total de las complejidades de la electricidad con una sola analogía, ya que algunas analogías son más apropiadas que otras, dependiendo el concepto que se quiera transferir del circuito, coincidiendo con los resultados de Gentner y Gentner<sup>21</sup> (1983).

Así pues, parece apropiado analizar el problema de las analogías con un desarrollo secuencial, esto es, ir explicando el circuito por partes, como compartimentos separados, con la analogía apropiada para cada aspecto, esto es, en forma de secuencia, sucesiva, de todos los hechos que acontecen en el circuito eléctrico. Ahora bien, el uso de las analogías siguiendo una diferenciación de las partes del circuito del conjunto en global, no está exento de problemas para comprender la naturaleza de cómo se comportan los circuitos.

Por lo tanto, el desafío pedagógico podría estar en la pregunta: ¿Es posible construir puentes para los alumnos en tales circunstancias, mediante el uso de una secuencia de analogías que faciliten el viaje del estudiante del análogo al tópico de manera que los problemas inherentes de las nociones secuenciales de un circuito sean menos persistentes?.

Si una analogía no se considera apropiada, es en el área del razonamiento científico cuando surge la oportunidad óptima, para centrar la atención del docente sobre el hecho de que la experiencia es un elemento central, pero no única, de la empresa científica.

La investigación apoya la afirmación de que la utilidad de una analogía parece que depende en gran medida de qué análogo está implícito en las ideas previas existentes de los profesores. Cuando no es acorde con el esquema existente, es poco probable que el profesor sea capaz de transferir al tópico. En cualquier caso, dado que

---

<sup>18</sup> SHIPSTONE, D. M. (1985). Electricity in simple circuits. *Children`s Ideas in Science*. Cap. 3. Open University.

<sup>19</sup> COHEN, R. (1985). Potential difference and current in simple electric circuits: a study of student`s concepts. *American Journal Physics*, vol. 51, 407-412.

<sup>20</sup> JUNG, W. (1985). Elementary Electricity: an epistemological look at some empirical results. *Aspects of Understanding Electricity*, 235-246.

<sup>21</sup> GENTNER, D. & GENTNER, D. R. (1983). Flowing waters or teeming crowds: Mental models of electricity. En D. GENTNER & A.L. STEVENS (Eds.) *Mental models* (pp. 99-129). Hillsdale., NJ: Erlbaum.

los profesores tienen una amplia gama de experiencias y traen perspectivas diferentes a la situación de aprendizaje, los efectos de las analogías son percibidas de manera diferente. Creemos que las percepciones individuales dependen del pensamiento del profesor, y de las experiencias pasadas y las creencias de lo que constituye el aprendizaje en la ciencia.

Dado que resulta una cruzada casi inútil buscar las analogías que satisfagan todas las inquietudes y preguntas acordes para el alumno, parece razonable, por lo tanto, centrarse en fomentar la participación y análisis reflexivo en lugar de buscar una analogía que lo abarque todo. Este razonamiento hay que tenerlo en cuenta porque plantea dudas en la mente del que aprende; además, para apoyar a los profesores debe utilizarse la idea de que esto es parte de la naturaleza de la ciencia, y de que de esta forma van a dotarse de la suficiente experiencia en el reconocimiento de procesos similares en el aprendizaje de sus alumnos y tendrán la confianza necesaria para alentar a ejercerla en sus alumnos.

El desarrollo de una visión de la naturaleza de gran alcance (aunque provisional), de los conocimientos científicos y su explicación, probablemente aumentará la conciencia de los profesores del proceso por el cual los modelos científicos son creados, probados y modificados. La analogía anima al grupo a adoptar una visión de conjunto del circuito con el fin de explicar sus hallazgos.