

MODELIZACIÓN DEL SISTEMA CIRCULATORIO Y ANALOGÍA CON LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

María Inés Aguilar

miaguilar@ciudad.com.ar

Centro Educativo San Francisco Javier, Buenos Aires

Mariana Ceraolo

mceraolo@hotmail.com

Colegio FASTA A. M. Boisdron, S. M. De Tucumán

Mónica Pose

monpose@yahoo.com.ar

Instituto Privado Argentino Japonés en Bs. As. Nichia Gakuin, Buenos Aires

Resumen

Mediante este proyecto proponemos la construcción de un modelo del sistema circulatorio, utilizando el circuito eléctrico como análogo concreto, integrando dos áreas de las Ciencias Naturales: Física y Biología. Nuestra propuesta está orientada a alumnos de EGB3.

Introducción

La interpretación de fenómenos naturales a través de modelos es una estrategia empleada frecuentemente para introducir conceptos que son difíciles de asimilar por parte de los alumnos. Es de suponer que los alumnos conceptualizan mejor los fenómenos naturales (físicos, químicos y biológicos) si conocen su funcionamiento, si conocen la estructura de los materiales involucrados, y como no siempre es posible visualizar esas estructuras, y por lo tanto se hace difícil la comprensión acerca de su funcionamiento, se construye una representación de las mismas llamadas genéricamente modelos.

Es importante que los alumnos reconozcan que el vínculo entre un fenómeno o un objeto y su modelización es una relación de analogía y una consecuencia de ello es que lo aprendido o deducido a partir del modelo sirve para entender el fenómeno o el objeto representado por él. Un modelo puede resultar eficaz para explicar algunas propiedades, quizás no sea muy útil para explicar otras propiedades del mismo fenómeno u objeto; en este caso el modelo no queda invalidado, sino que además nos sirve para demostrar que la modelización es un procedimiento científico de gran utilidad.

En este caso, nuestra propuesta es la de integrar, mediante la construcción de un modelo, dos disciplinas dentro del área de las Ciencias Naturales: Física y Biología.

Desde el punto de vista de la enseñanza de estas dos ciencias, hay numerosos temas que pueden integrar conceptos de las mismas, siendo el sistema circulatorio de un mamífero (por su complejidad) uno de los más adecuados ya que tiene diferentes aspectos que pueden relacionarse con varios temas de física y de química. Como lo explican docentes de la Universidad de Córdoba (Sbarato *et al*, 1999), algunos de esos posibles temas para trabajar en conjunto con la física y la biología son los circuitos hidráulicos, calor, temperatura y energía. En el presente proyecto intentamos sumar un tema más de integración: los circuitos eléctricos. Tratamos de describir, desde la física, el sistema circulatorio de un vertebrado, analizando hasta que punto la estructura y función de sus componentes pueden ser explicadas con las leyes, los elementos y el lenguaje de la física.

Es importante recalcar la necesidad de abordar los fenómenos naturales en forma integrada, ya que dentro del cuerpo humano o en un río o en la instalación eléctrica de una casa, las leyes que rigen los fenómenos ocurridos son las mismas.

En trabajos acerca de la metodología utilizada en la enseñanza de los sistemas orgánicos, se plantea, por parte de los docentes, la necesidad de que los contenidos sobre el cuerpo humano permitan construir relaciones entre los diferentes sistemas y órganos (Rodríguez de Amorin, 2000). Por ello resulta importante abordar el estudio de los mismos con un enfoque integrador.

El objetivo general de este proyecto es comprender las características del sistema circulatorio mediante la utilización del circuito eléctrico como análogo concreto.

Objetivos particulares:

- Integrar los conocimientos adquiridos, relacionándolos a las diferentes situaciones problemáticas.
- Identificar y plantear diferentes situaciones problemáticas a partir de la observación general.
- Desarrollar la capacidad de investigar y buscar respuestas a los interrogantes que se plantean acerca de los fenómenos naturales.

El diseño de esta propuesta se enmarca en los Contenidos Básicos Comunes para el tercer ciclo de la educación general básica, EGB 3:

Contenidos conceptuales	Contenidos procedimentales
<ul style="list-style-type: none">• La energía eléctrica.• Circuitos eléctricos: en serie, en paralelo.• Resistencia eléctrica.• Ley de Ohm.• El sistema circulatorio.• Venas, arterias y capilares: estructura y función.• Enfermedades cardiovasculares.	<ul style="list-style-type: none">• Diseño y construcción de circuitos eléctricos.• Análisis de las características de esos circuitos.• Medición de la resistencia, del potencial de voltaje y la intensidad de la corriente eléctrica: registro de datos y graficación de los mismos utilizando Excel.• Análisis de la ley de Ohm.• Diseño y construcción de un modelo de sistema circulatorio.• Análisis de la distribución y la función de los órganos inervados por el sistema circulatorio.• Análisis de la estructura y fisiología de los componentes del sistema circulatorio utilizando imágenes de los mismos.• Investigación bibliográfica acerca de las enfermedades cardiovasculares más comunes: causas y consecuencias.• Realización de una campaña de prevención de las enfermedades cardiovasculares mediante folletos, afiches, etc.

Relación del proyecto con otras áreas (contenidos transversales)

- Tecnología: construcción de estructuras tridimensionales.
- Informática: utilización de planillas Excel como una herramienta para analizar los datos registrados, utilización de programas de simulación de circuitos eléctricos.
- Matemática: procedimientos vinculados a la resolución de problemas; uso de relaciones funcionales, confección de diagramas y tablas; distinción de magnitudes comparando, clasificando, ordenando objetos según sus propiedades.
- Lengua: incorporación de un lenguaje específico; empleo de estrategias cognitivas de comprensión lectora en textos; reconocimiento y denominación de rasgos distintivos en la descripción, reconocimientos de puntos de acuerdo y desacuerdo en conversaciones o discusiones; elaboración de textos.
- Formación ética y ciudadana: noción de la salud como realidad personal integral.

Metodología de trabajo

Se invita a los alumnos a construir el modelo de un sistema circulatorio de un vertebrado utilizando cables de distintos grosores para representar a los vasos sanguíneos (venas, arterias y capilares), y LEDs para simular algunos órganos y estructuras inervadas por los vasos: cerebro, pulmón, hígado, intestino, riñones, gónadas y células.

En cuanto al corazón, éste órgano es representado por una fuente de energía eléctrica, en este caso pilas o baterías. Sugerimos no utilizar como fuente, la corriente eléctrica de 220 v, ya que puede resultar peligrosa para nuestros alumnos, el uso de baterías es más seguro y puede ser controlado por el docente a cargo.

Tanto los órganos como los vasos sanguíneos de nuestro sistema deben ser montados en un cuerpo, en este caso utilizamos una plancha de madera de 20 x 40 cm para poder colocar los LEDs sujetos con plastilina (Figura 1). Se puede utilizar cualquier elemento de soporte, pero recomendamos el uso de la madera.

Materiales necesarios

- Cable de 1.5 mm² de sección de dos colores distintos.
- Cable de 0.5 mm² de sección.
- 7 LEDs.
- 1 pila de 1.5 V.
- 1 tester.
- 1 plancha de madera de no más de 20 x 40 cm².
- Plastilina.
- Cartulina de varios colores

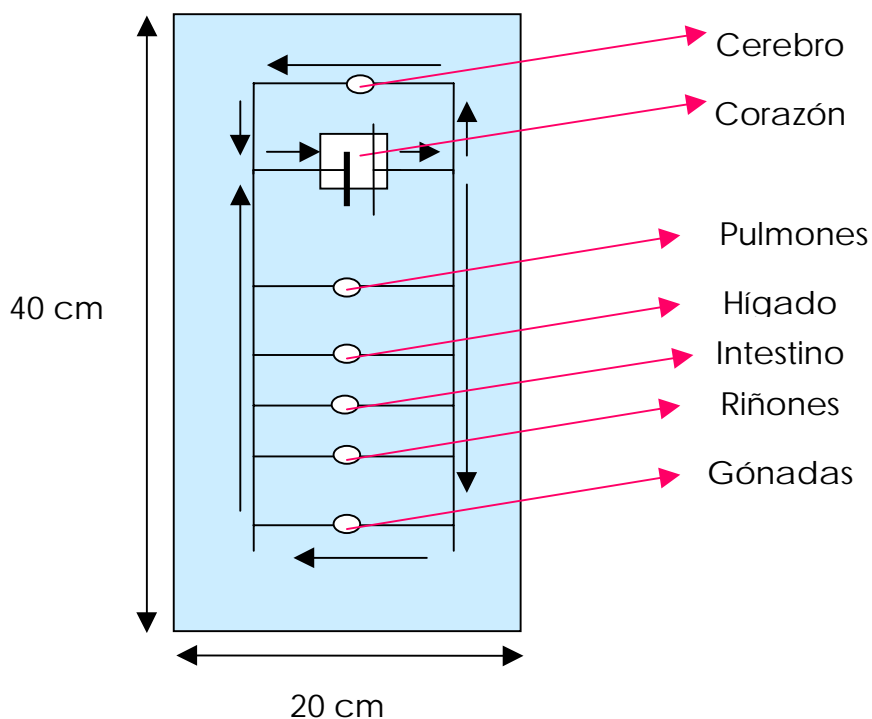


Figura 1

Sobre la plancha de madera ubicamos los LEDs para construir los circuitos en paralelo y en serie. Cada uno de los LEDs representa un órgano. Los cables que salen y que llegan a la pila (el corazón) son los más gruesos, ya que simulan las venas y arterias, y los cables restantes simulan los capilares.

Con el fin de analizar las características de los circuitos construidos, utilizamos un tester para medir la resistencia, el potencial y la intensidad de la corriente eléctrica.

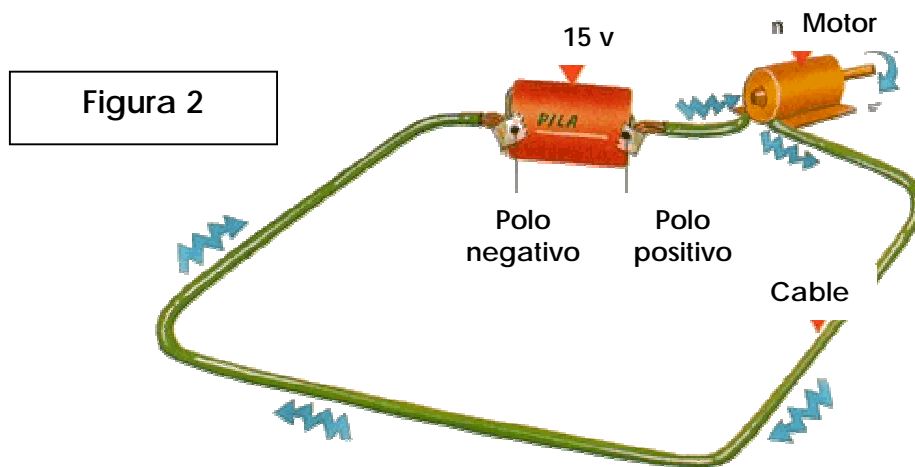
Antes de construir el modelo, recomendamos utilizar con los alumnos, el programa Virtual Labs Electricity DL, que se puede obtener en forma gratuita a través de Internet (<http://www.riverdeep.net/>, sección download). Con dicho programa, los alumnos pueden realizar simulaciones de circuitos muy variados, y les ayuda a ir familiarizándose con los conceptos.

Descripción de la propuesta

En primer lugar es necesario que nuestros alumnos, y por lo tanto nosotros también, tengamos en claro qué es un circuito eléctrico, cuáles son sus componentes y cómo funciona. Así también aclaramos las mismas cuestiones para el sistema circulatorio.

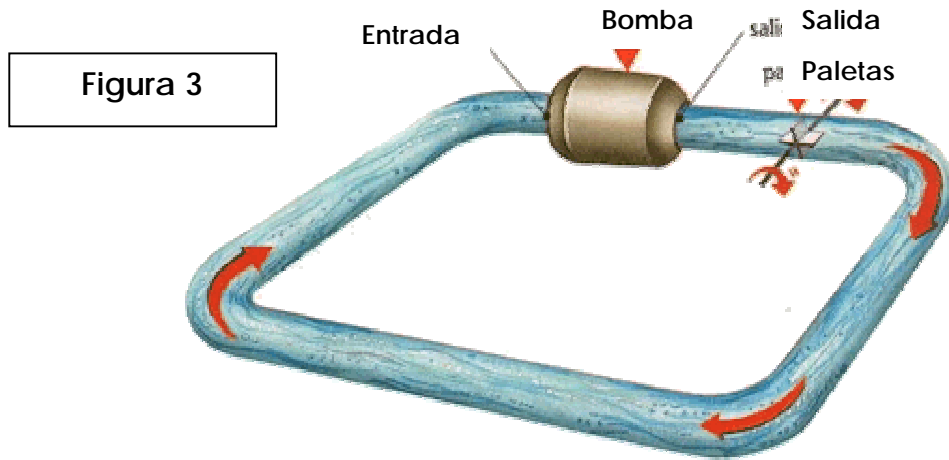
Un circuito eléctrico es un conjunto de conductores recorridos por una corriente eléctrica. La corriente eléctrica es el flujo de cargas eléctricas. En el caso de que el conductor sea un sólido, estas cargas se deben a los electrones, y si el conductor es un fluido, las cargas se deben a iones positivos y negativos (Hewitt, 1998).

La intensidad de corriente que fluye por un circuito depende del voltaje suministrado por la fuente (una pila o una batería por ejemplo), pero además depende de la resistencia que opone el conductor al flujo de carga, es decir, la resistencia eléctrica (Figura 2).

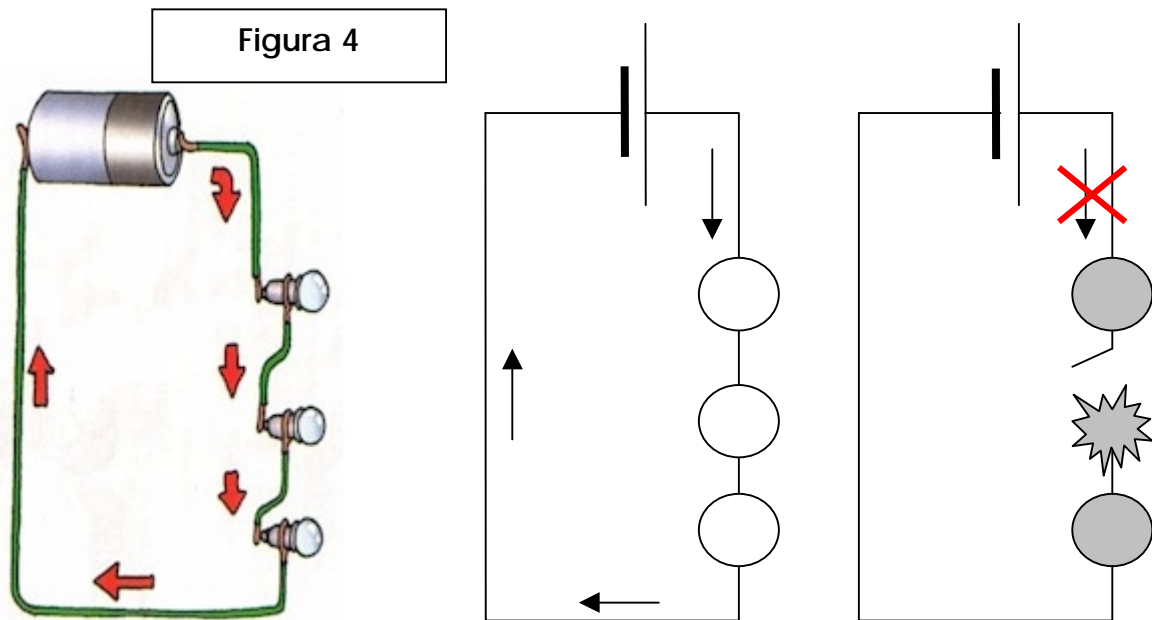


Si observamos la Figura 3 vemos claramente las similitudes que existen entre un circuito eléctrico y un circuito de agua, con una bomba como si fuera la fuente, los caños como conductores, las paletas como si fuera un artefacto eléctrico y el agua como si fuera el flujo de los electrones.

De la misma forma, se puede comparar con el sistema circulatorio: el corazón sería la bomba, los vasos sanguíneos serían los caños, los órganos serían los artefactos eléctricos y la sangre sería el agua.



Existen dos tipos de circuitos eléctricos: en serie y en paralelo. El circuito en serie consiste en colocar todos los elementos de manera que formen un solo trayecto posible para el paso de la corriente eléctrica. Si se corta cualquier parte del circuito, éste se abre y cesa la circulación de la electricidad. Si en nuestro circuito colocamos lamparitas de luz, y alguna se quema, el circuito permanecerá abierto, se produce un cortocircuito (Figura 4).



Si siguiendo con la analogía del sistema circulatorio, si los órganos estuvieran ubicados en serie como en el esquema anterior, cuando se produzca alguna falla en alguno de ellos, por ejemplo en el hígado, eso cortarían toda la circulación sanguínea en el cuerpo entero. Afortunadamente la naturaleza es sabia, y los órganos están dispuestos de otra manera.

En el circuito en paralelo se forman ramas, cada una de las cuales consiste en una trayectoria distinta para la corriente circulante (Figura 5). Cada tramo funciona de manera independiente de los otros. La apertura de uno de los tramos del circuito no influye en el normal funcionamiento de los otros. Los órganos del cuerpo están dispuestos como si fuera un circuito en paralelo, por lo que la falla en alguno de ellos no impide la circulación al resto de los órganos y estructuras (Figura 6).

Figura 5

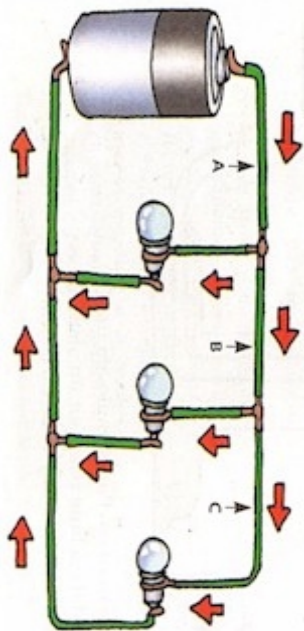
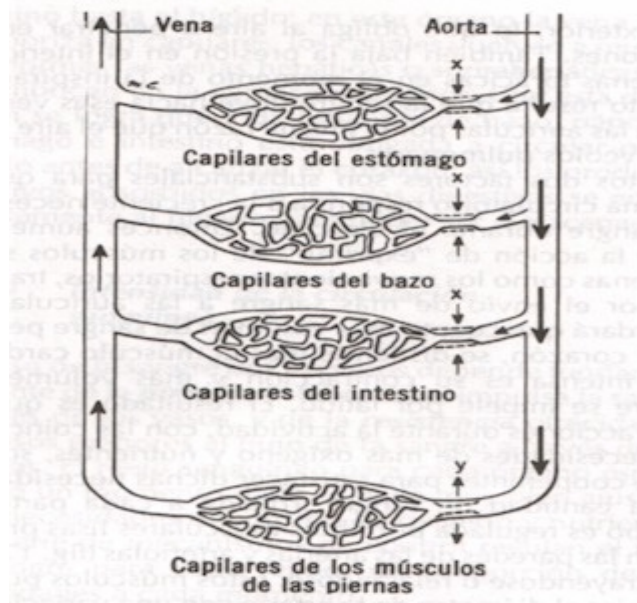


Figura 6



Una excepción constituye el corazón, ya que si este órgano falla, probablemente se vea muy afectada la circulación sanguínea, ya que el corazón es el motor que impulsa la sangre en forma constante. En nuestra analogía el corazón es la fuente de energía eléctrica del circuito.

Ohm realizó experiencias sobre la capacidad de los metales para conducir electricidad. En 1826 presentó sus resultados resumidos en una ley, la Ley de Ohm: la corriente que fluye a

través de un conductor metálico a temperatura constante es proporcional a la diferencia de potencial que hay entre los extremos. Esta ley además sostiene que la resistencia disminuye con el aumento del área de la sección transversal del conductor. Es decir que la resistencia eléctrica es menor cuando el cable (el conductor) por donde circula la corriente es grueso.

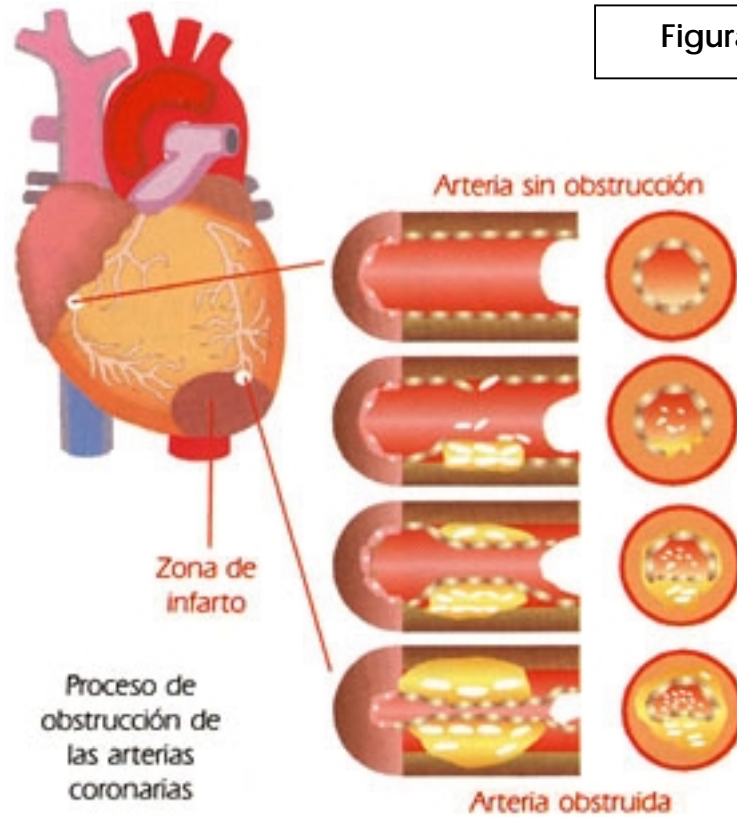
La resistencia se mide en ohms, y el ohm es una resistencia R tal del conductor que cuando se aplica una diferencia de potencial V de 1 volt a sus extremos, hay un flujo de una corriente i de 1 amperio (Folivi y Godman, 1977):

$$R = V/i \quad \text{o} \quad V = i \times R \quad \text{o} \quad i = V/R$$

Si hacemos circular la misma corriente eléctrica en dos circuitos, uno con un cable grueso y el otro con un cable fino, la resistencia será menor en el primer caso, por lo tanto la intensidad de la corriente será mayor, mientras que en el circuito con cable fino la resistencia será mayor y la intensidad de la corriente será menor.

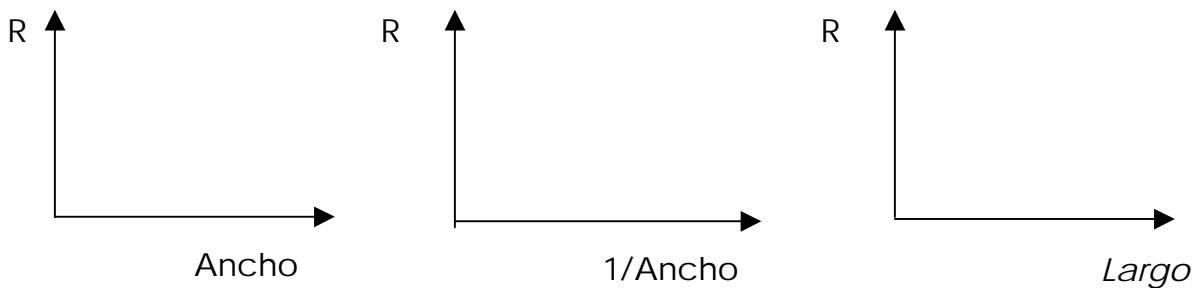
Algo parecido sucede con los conductores del sistema circulatorio, las venas arterias y capilares. Los capilares son vasos muy finos y son los que llegan hasta los tejidos del cuerpo. Las venas y arterias son más gruesas, tanto sus paredes como su diámetro de luz. Transportan la sangre que sale y que llega al corazón, por lo tanto el flujo es mayor que en los capilares. Cuando una vena o arteria se obstruye, por ejemplo por acumulación de grasas, el área de sección es menor, y como ocurre en el circuito eléctrico, al disminuir el ancho de este conductor, la resistencia es mayor y la intensidad del flujo sanguíneo es menor (Figura 7). En casos extremos, cuando esta obstrucción en una vena o arteria es total, impide el flujo normal de la sangre, como si se produjera un cortocircuito, y puede producirse un paro cardíaco.

Figura 7



En este punto es interesante que los alumnos realicen mediciones de la resistencia y la intensidad de corriente en los circuitos utilizando cables de diferentes grosores.

Los datos registrados se grafican y analizan de la siguiente manera:



En el siguiente cuadro se sintetizan los conceptos analizados y su correspondencia en el análogo concreto:

Cuadro de analogías	
Circuito eléctrico	Sistema circulatorio
Flujo de cargas eléctricas	Flujo sanguíneo
Circuito en serie	Distribución de los órganos
Circuito en paralelo	Distribución de los órganos
Fuente de electricidad	Corazón
Ancho de las resistencias	Ancho de los vasos sanguíneos: venas, arterias y capilares
Cortocircuitos	Obstrucciones en las arterias y venas, paro cardíaco, by-pass, etc.

Bibliografía

- Hewitt, P. G., *Física conceptual*, Addison Wesley – Longman, segunda edición, 1998.
- Rodríguez de Amorin, Antonio Carlos, *El cuerpo humano en las dimensiones biológica y cultural: tema para clases de Biología*, Revista de Educación en Biología, 3 (2), 2000.
- Sbarato, R.; L. Iparraguirre, O. Trettel; O. Evequoz; M. Rubio y H. Juri, *Una experiencia didáctica integradora de física y biología*, Revista de Educación en Biología, 2 (2), 1999.
- Folivi, L. E. y A. Godman, *Física*, Voluntad – Logman, segunda edición, 1977.