

## LA ANALOGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO; CONSTRUYENDO LO INVERSAMENTE PROPORCIONAL

Magdalena Rivera Abrajan, Gilberto Castro Vélez, Jaime L. Arrieta Vera

UNIDAD ACADÉMICA DE MATEMÁTICAS; UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

magrivab@hotmail.com

**Resumen.** *La modelación de algún fenómeno, requiere de la interacción con él, esta interacción puede ser a diferentes niveles, bien con la experimentación directa, bien con la simulación del fenómenos por medios tecnológicos (contextos virtuales) o bien a partir del planteamiento del fenómeno con datos dados. Si bien es importante esta interacción, en ocasiones esta no es inmediata, sobre todo cuando se trabaja con fenómenos donde los objetos presentes son distinguidos sólo como consecuencia de los efectos que originan. En nuestra propuesta, se plantea acceder a fenómenos eléctricos vía la analogía con fenómenos hidráulicos, presentando un diseño llevado a cabo con estudiantes de bachillerato. La analogía nos permitirá transitar de situaciones ya conocidas, asimiladas o entendidas y con una visualización de la complejidad de la problemática hacia una no conocida, no entendible y difícil de visualizar.*

**Palabras Clave:** Analogía, modelación, fenómenos Hidráulico, fenómeno eléctrico.

### Introducción

En la enseñanza tradicional de las ciencias, se ha manifestado, en muchos casos por falta de recursos y en otros por desidia o intencionalmente, un aula aislada, sin laboratorios, sin interacción con los fenómenos físicos; marcándose una separación artificial entre las diferentes partes de las ciencias, la Física, la Química y las Matemáticas, así mismo, se ha desarrollado un aprendizaje individualista, donde el estudiante se enfrenta, aislado, a problemas ideales, donde el cooperar es hacer trampa.

A pesar de que gran parte de la matemática se ha construido a partir de las interacciones con diferentes fenómenos, estos son desestimados en el aula de matemáticas.

Históricamente podemos constatar que la práctica social de modelación ha estado ligada a la construcción de los conocimientos matemáticos.

Modelar algún fenómeno, requiere de la interacción con él. Esta interacción puede ser a diferentes niveles, bien con la experimentación directa, bien con la simulación del fenómeno por medios tecnológicos (contextos virtuales) o bien a partir del planteamiento del fenómeno con datos dados. Si bien es importante esta interacción, en ocasiones ésta no es inmediata. Por ejemplo, cuando se presentan dificultades derivadas de trabajar fenómenos donde los objetos presentes son distinguidos sólo como consecuencia de los efectos que originan. El voltaje, resistencia y corriente son objetos que al no ser tangibles requieren de la mediación de modelos tales como el de presentar la corriente como flujo de electrones en un conductor, donde el propio electrón no es directamente perceptible. El trabajo con este tipo de fenómenos y el hecho de que los estudiantes “no dominen” el proceso de medición son parte de las dificultades en la comprensión de fenómenos eléctricos.

Así, un problema que surge en el modelado de fenómenos es la falta de percepción del mismo fenómeno. Ante este hecho, proponemos la analogía como recursos para su modelación. De esta manera, abordamos algún fenómeno con posibilidad de interacción como medio para comprender, modelar e intervenir en otro fenómeno. En nuestro caso se propone acceder a fenómenos eléctricos vía la analogía con fenómenos hidráulicos.

La analogía nos permitirá transitar de situaciones ya conocidas, asimiladas o entendidas y con una visualización de la complejidad de la problemática hacia una no conocida, no entendible y difícil de visualizar.

Nuestra investigación está inscrita en la línea de investigación de las prácticas sociales y la construcción social de conocimiento en la perspectiva teórica de la Socioepistemología.

En la cual se pretende explorar dos cuestiones fundamentales, la primera referente a la analogía y la segunda respecto a la modelación de lo inversamente proporcional, en este reporte solo presentamos la primera cuestión, creando de esta forma algunas bases para la construcción de lo inversamente proporcional.

Para ello se realizó un diseño de aprendizaje, cuyo objetivo es que los estudiantes construyan elementos básicos como la corriente eléctrica, el voltaje y la resistencia del fenómeno eléctrico, a través de la analogía con un fenómeno hidráulico. El modelo inversamente proporcional es uno de los modelos básicos, que son ampliamente usados para modelar diversos fenómenos.

Es esta la razón por lo que nuestro interés se centra en las interacciones de los actores alrededor del diseño de aprendizaje, el cual está basado en la modelación de lo inversamente proporcional y en la analogía. Nos interesan las argumentaciones y los consensos que establecen los actores, las herramientas que construyen y los productos que obtienen. Nos interesa conocer el papel de la analogía en el ejercicio de la práctica de modelación.

### **La modelación inversamente proporcional de un circuito eléctrico vía la analogía de un sistema hidráulico**

En las clases de Física, cuando se estudian los circuitos eléctricos fuente-resistencia, generalmente, el profesor inicia dando los conceptos básicos de electricidad, dentro de los cuales se encuentran el *voltaje*, *resistencia* e *intensidad o corriente eléctrica*, así como la *Ley de Ohm*. La forma tradicional de abordar estos temas es a partir de establecer la definición de cada uno de los parámetros y la fórmula que los relaciona, posteriormente, se resuelven problemas afines a dichos temas. Los alumnos manipulan los parámetros y aplican dicha ley.

Esta investigación presenta un diseño de aprendizaje donde se construye la analogía entre los fenómenos eléctrico e hidráulico, el cual es realizado bajo la metodología de la ingeniería didáctica.

La siguiente tabla muestra un esquema de la analogía eléctrico-hidráulica.

La analogía eléctrico-hidráulica	
Voltaje	Altura del tanque
Corriente eléctrica	Corriente del agua
Resistencia eléctrica	Diámetro de la manguera
Intensidad de corriente	Velocidad de llenado del recipiente

El diseño está dividido en tres fases:

- I. La fase de modelación del sistema hidráulico
- II. La fase de modelación del sistema eléctrico
- III. La fase de la Analogía

### **Fase I. Modelación del sistema hidráulico**

El objetivo en esta fase es *que los actores modelen el fenómeno hidráulico estableciendo las relaciones entre los parámetros de interés.*

- a. La relación entre el vaciado de los depósitos y la altura a la que están colocados.  
El diámetro de las mangueras se mantiene constante.
- b. La relación entre el vaciado de los depósitos y los diámetros de las mangueras.

Para esta primera fase se les proporciona un arreglo experimental de un sistema hidráulico, consistente en dos recipientes, dos soportes, y diversas mangueras con distinta longitud y grosor (Imagen 1).



Imagen 1

Se les otorgan dos depósitos similares conectados a dos mangueras del mismo diámetro, una más larga que otra.



1.- ¿Cuál depósito se vaciará primero?

Experimenta y argumenta tu respuesta

Si se aumenta al doble la altura de un recipiente con respecto al otro

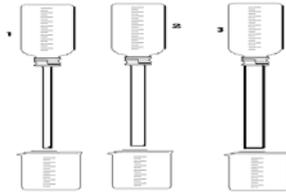


2.- ¿Cuál de los dos recipientes se vacía primero?

3.- ¿Dónde fluye más rápido el líquido?

4.- ¿Por qué cree que esto sucede?

5.- ¿Cuál de los recipientes (1, 2 y 3) se vacía primero?



6.- Argumente ¿Por qué los recipientes no se vacían al mismo tiempo?

7.- ¿Explique la relación entre el diámetro de la manguera y el tiempo de vaciado del recipiente

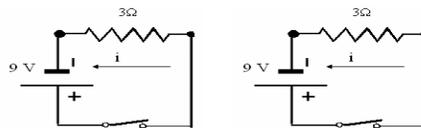
8.-¿Explique la relación entre la altura de los recipientes y el tiempo de vaciado del recipiente?

## Fase II. Modelación del sistema eléctrico

En esta fase, el objetivo es *que los actores modelen el fenómeno eléctrico estableciendo una relación entre los parámetros de interés*

- Establecer la relación proporcional entre el *voltaje* y la *intensidad de corriente*.
- Establecer la relación inversamente proporcional de la *resistencia* con la *intensidad de corriente*.

1.- ¿En qué circuito la corriente será mayor?

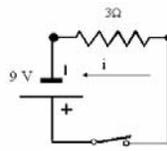


Circuito 1

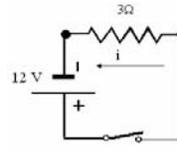
Circuito 2

2.- ¿Por qué se obtiene este resultado?

3.- ¿En qué circuito la corriente es mayor?



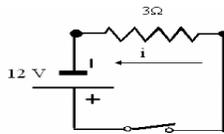
Circuito 1



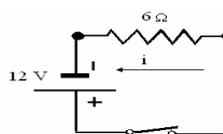
Circuito 2

4.- ¿Por qué se obtiene este resultado?

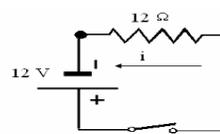
5.- ¿En cuál el flujo de corriente es mayor, explique?



Circuito 1



Circuito 2



Circuito 3

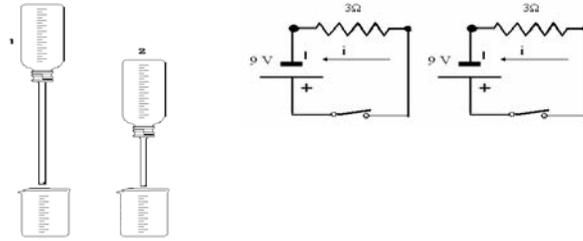
6.- ¿Podría usted explicar la relación entre Voltaje (V), Corriente (I) y Resistencia?

### Fase III. La Analogía

En esta fase, el objetivo es que el alumno establezca una analogía entre el sistema hidráulico y el sistema eléctrico.

- Correspondencia entre parámetros
- Correspondencia entre formas de predecir
- Correspondencia entre modelos

1. Establece una relación entre el sistema hidráulico y el sistema eléctrico,



Realiza una tabla donde muestres esta relación

2.- ¿Por qué esta relación?

## Resultados

A continuación, se muestran algunas de las producciones de los equipos. Respaldamos la descripción de la producción con la imagen escaneada de la conclusión de los equipos.

**Pregunta 2 Fase I:** ¿Podría explicar la relación existente entre el diámetro de la manguera y el tiempo de vaciado del recipiente, así como la diferencia de altura entre los recipientes?

**Respuesta Equipo A:** La manguera que tiene el diámetro más pequeño se tarda más, ya que su espacio limita la fluidez del agua y en cuestión de la altura, la fuerza de gravedad está a su favor.

**Respuesta Equipo B:** Pues en los recipientes, al cambiar la manguera con el diámetro 8, el agua fluye a una velocidad constante pero muy lenta; después, al cambiarlo a diámetro de 12 también el tiempo de vaciado es constante y un poco más rápido; y al final, al cambiarle el diámetro 14 el agua fluye mucho más rápido y en menos tiempo. Mientras el diámetro sea mayor, será más rápido el fluido de agua.

¿Podrían explicar la relación existente entre el diámetro de la manguera y el tiempo de vaciado del recipiente, así como la diferencia de altura entre los recipientes?

La manguera que tiene el diámetro más pequeño se tuda más ya que su espacio limita la flujos de el agua y en carstión de la altura la fuerza de gravedad está a su favor. Se tienen los siguientes circuitos eléctricos, que consta con una

Equipo A

¿Podrían explicar la relación existente entre el diámetro de la manguera y el tiempo de vaciado del recipiente, así como la diferencia de altura entre los recipientes?

Pues en los recipientes, al cambiar la manguera con el diámetro B el agua fluye a una velocidad constante pero muy lenta, después al cambiarla a diámetro de A también el tiempo de vaciado es constante y un poco más rápido y al final al cambiarle a diámetro B el agua fluy mucho más rápido y entre menos tiempo. Mientras el diámetro sea mayor, sea más rápido el flujo de agua.

Equipo B

**Pregunta 3 Fase II:** ¿En qué circuito la corriente es mayor? ¿Por qué se obtiene este resultado?

**Respuesta Equipo A:** En el circuito 2, porque tiene mayor voltaje que el circuito 1.

**Respuesta Equipo B:** En el circuito 2, porque se obtiene la misma resistencia en ambos, sólo que en el circuito 2 el voltaje es mayor y la energía fluye más rápido.

¿En que circuito la corriente es mayor?

en el circuito 2

¿Por qué se obtiene este resultado?

por que tiene mayor voltaje que el circuito 1.

Equipo A

¿En que circuito la corriente es mayor?

en el circuito 2

¿Por qué se obtiene este resultado?

Por que se obtiene la misma resistencia en ambos solo que en el circuito 2 el voltaje es mayor y la energía fluye más rápido.

Equipo B

**Pregunta 6 Fase II:** ¿Podría usted explicar la relación entre Voltaje (V), Corriente (I) y Resistencia (R)?

**Respuesta Equipo A:** Las tres se relacionan con la misma intensidad, así que uno depende del otro.

**Respuesta Equipo B:** El voltaje mueve los electrones por un conductor a lo que se llama Corriente, y la resistencia baja la cantidad de corriente que puede pasar

¿Podría usted explicar la relación entre Voltaje (V), Corriente (I) y Resistencia (R)?

Los tres se relacionan con la misma intensidad así que uno de pende de otro

Equipo A

¿Podría usted explicar la relación entre Voltaje (V), Corriente (I) y Resistencia (R)?

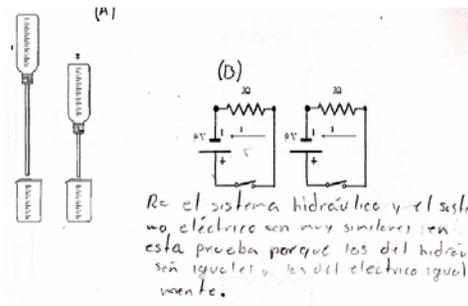
El Voltaje - Mueve los Electrones por un conductor a lo que se le llama Corriente y la Resistencia baja la cantidad de corriente que puede pasar

Equipo B

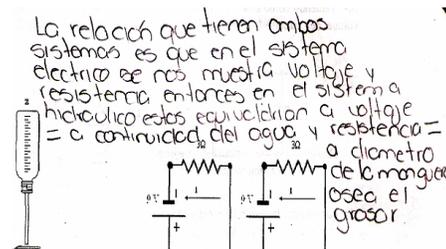
**Pregunta 1 Fase III:** Establece una relación entre el sistema hidráulico y el sistema eléctrico.

**Respuesta Equipo A:** El sistema hidráulico y el sistema eléctrico son muy similares en esta prueba porque los del hidráulico son iguales y los del eléctrico, igualmente.

**Respuesta Equipo B:** La relación que tienen ambos sistemas es que en el sistema eléctrico se nos muestra voltaje y resistencia, entonces, en el sistema hidráulico éstos equivaldrían a voltaje = continuidad del agua y resistencia = diámetro de la manguera, o sea, el grosor.



Equipo A



Equipo B

La primera parte del diseño de aprendizaje, se orienta hacia que los alumnos tengan una interrelación directa con el fenómeno hidráulico, permitiéndoles una identificación de los parámetros y una manipulación de los mismos libremente. Los elementos que manipulan son elementos que maneja desde su niñez, al regar las plantas, llenar cubetas o cualquier otro recipiente con agua, es una experiencia ya vivida por el alumno y frecuentemente realizada.

Al experimentar con el sistema hidráulico, los estudiantes identifican los parámetros que intervienen, como lo son la altura de los depósitos de almacenamiento del agua, el grosor o diámetro de las mangueras, la circulación del líquido o el flujo del mismo en la manguera y el tiempo de vaciado de los recipientes. Estos son los parámetros que ellos identificaron, Así se parte de un conocimiento ya familiar, aprendido y que nos permitió avanzar hacia la otra parte de nuestro diseño.

Para abordar el fenómeno eléctrico, se presentó una serie de diagramas básicos de circuitos básicos resistencia - fuente, de tal forma que se relacionaran con situaciones análogas al fenómeno hidráulico expuesto con anterioridad.

Los diagramas tienen la finalidad de resaltar o poner de manifiesto los diferentes parámetros que con anterioridad los alumnos ya habían identificado en el fenómeno hidráulico.

Así, se presentan tres situaciones diferentes, en la primera se muestran tres circuitos diferentes en los cuales se mantiene el valor para la fuente de *voltaje* y las *resistencias* son diferentes para cada uno de los circuitos. En el sistema hidráulico se presentó la situación del mismo recipiente de almacenamiento pero con diferentes diámetros de las mangueras. Los estudiantes establecen la relación entre el diámetro de la manguera y la corriente, es decir entre la resistencia y la fluidez del agua (la corriente). Establecen que la resistencia es como si fuera el grosor de la manguera. En palabras de Paulina, *“y la resistencia era como si fuera el grosor del diámetro de la manguera”*.

La segunda situación es la de variar la altura de los recipientes de agua y relacionarlos con circuitos eléctricos donde variamos el voltaje de la fuente. En este caso la relación no es la esperada, relacionar la altura del recipiente con el voltaje de la fuente, se establecen relaciones como la que plantea David *“esto del voltaje lo comparamos con la cantidad de líquido”* o como lo complementa Magali, *del flujo del agua*. Estas argumentaciones son debidas a una falta de profundización en el diseño del sistema hidráulico.

La correspondencia entre el flujo de agua y la corriente eléctrica la establecen inmediatamente, por ejemplo Bello menciona hay una relación entre *“la corriente con el agua”* y complementa Paulina, *“con el flujo del agua en la manguera”*.

La última parte del diseño de aprendizaje, muestra los diagramas tanto del fenómeno hidráulico como del fenómeno eléctrico, permitiendo al alumno la comparación entre los dos medios: *el hidráulico y el eléctrico*, asociando las variables que identificó en ambos fenómenos.

El alumno establece las relaciones entre ambos medios a través de sus parámetros y al mismo tiempo realiza la analogía de los dos sistemas.

En general, los actores plantean las correspondencias entre los parámetros involucrados en ambos sistemas. La resistencia y la corriente son relacionados con su análogo, sin embargo para el voltaje se plantean análogos confusos. La analogía entre el sistema hidráulico y el circuito eléctrico la esbozan en términos de *“son similares”*. En palabras de David *“el sistema hidráulico y el sistema eléctrico son casi similares”*.

***Los alumnos en este momento no establecen la ley de Ohm, no plantean un modelo lineal ni inversamente proporcional, pero si establecen correspondencias entre los fenómenos eléctrico-hidráulico, estableciendo una analogía entre estos.***

También establecen ciertas relaciones entre los parámetros hidráulicos como *“si el diámetro es más grande hacía que fluyera mucho más rápido”* o *“si el diámetro es más grande, entonces la resistencia es menor”*; así como relaciones entre los parámetros eléctricos, por ejemplo *“el voltaje mueve los electrones por un conductor a lo que se llama Corriente, y la resistencia baja la cantidad de corriente que puede pasar”* o *“ el voltaje puede variar en un circuito y si éste es grande hay más corriente”*.

Cabe mencionar que la relación entre la resistencia, el voltaje y la corriente es particularmente difícil para el alumno ya que la Ley de Ohm no es de uso común en la sociedad, sus efectos se conocen pero poco se entienden.

## **Conclusiones**

En este trabajo se han obtenido algunas evidencias acerca de la construcción de lo inversamente proporcional, sin embargo la elaboración de un diseño con este propósito aún se perfecciona para lograrlo. El aporte fundamental es que contribuye establecer bases de lo que se consideraría lo inversamente proporcional y la analogía hidráulica- eléctrica.

Así, el diseño de aprendizaje deberá estar complementado con alguna forma de modelación, como lo son la numerización de los fenómenos, o la figuración del devenir de las cualidades (Arrieta 2003), y estar guiada por las fases de la modelación (Mendez 2005).

Particularmente, se deberá poner énfasis en las diferentes formas que tiene los actores de presentar sus modelos y la forma de cómo articularlos. El término de un diseño basado en la modelación inversamente proporcional es un elemento en perspectiva.

Cabe resaltar la importancia que concedemos a la experimentación en nuestros diseños de aprendizaje, pues estos permiten, entre otras cosas construir argumentos en base a la experimentación, así los hechos derivados de esta se vuelven argumentos para sus versiones.

Un aporte a la línea de investigación que se desarrolla entorno la modelación como práctica social es el de agregar a la modelación una cuarta fase. Esta cuarta fase es la articulación de una red construida a partir de la modelación de un fenómeno con otras redes que surjan de la modelación de otros fenómenos, esta articulación, se propone, es vía la analogía. La articulación con otras redes de fenómenos y modelos, vía la analogía es externa al fenómeno modelado, en esta fase se articulan redes construidas a partir de la modelación de al menos dos fenómenos.

## **Bibliografía**

Arrieta, J. (2003). *Las practicas de la modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis doctoral no publicada: Cinvestav-IPN. México

Castro, G. (2007). *La analogía en la construcción del conocimiento; construyendo lo inversamente proporcional*. Tesis de Maestría no publicada: Facultad de Matemáticas-U. A. G. México.

Mendez, M. (2006). *Las prácticas sociales de modelación multilíneal: modelando un sistema de resortes*". Tesis de Licenciatura. Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero. México.