

## LA ANALOGÍA, UNA FASE DE LA MODELACIÓN

Gildardo Cortés Bello, Jaime L. Arrieta Vera y Eduardo Tomás Torres.

Instituto Tecnológico de Acapulco.

Conalep, Plantel Acapulco II.

gildardo\_59@yahoo.com.mx, jaime.arrieta@gmail.com, eduttt@gmail.com

México

**Resumen.** El presente trabajo tiene la intención de analizar las fases de las prácticas de modelación en la escuela y el papel de la analogía como una de ellas. Las prácticas de modelación las caracterizamos como prácticas recurrentes de diferentes comunidades que articulan dos entidades (fenómenos y sus referentes matemáticos) con la intención de intervenir en una de ellas a partir de la otra. Esta caracterización plantea de entrada la interacción con el fenómeno, esto define a la primera fase, emergiendo la experimentación en el sentido amplio. La segunda fase, la caracterizamos como el acto de modelar, en donde se realiza la articulación por medio de alguna acción de las entidades participantes; la tercera fase es la articulación de los modelos con el fenómeno en una red. Una cuarta fase es la analogía que descentra la red de modelos del fenómeno original que le dio lugar. En esta fase se pretende la articulación de redes de modelos, dando lugar a redes de redes.

**Palabras clave:** analogía, el acto de modelar

**Abstract.** This paper intends to analyze the phases of modeling practices in the school and the role of analogy as one. Modeling practices appellants characterize as the practices of different communities that articulate two entities (phenomena and their mathematical referents) with the intention of intervening in one from the other. This characterization raises input interaction phenomenon, this defines the first phase, emerging experimentation in the broad sense; the second phase, characterized as the act of modeling, where the joint is made by some action of the actors; the third stage is the articulation of the models with the phenomenon in a network. A fourth phase is the analogy that decentralizes network models of the original phenomenon that gave place. At this stage the joint models of networks intended, leading to networks of networks.

**Key words:** analogy, modeling, experience

### Introducción

Desde nuestra concepción teórica de las prácticas de modelación, no existe modelación sin interacción con el fenómeno o la entidad a modelar, sin experimentación en el sentido amplio. De modo que la primera fase de la modelación es la experimentación. En esta fase la interacción con el fenómeno es fundamental, ya que se obtienen datos de diferente naturaleza. Por ejemplo, numéricos o gráficos y los métodos para su obtención son variados, etc., pueden ser a partir de sensores, por medio de un electrocardiógrafo, de un osciloscopio, de mediciones directas, de observaciones cualitativas o de datos publicados por algún medio. La modalidad de la experimentación puede ser presencial que consiste en interactuar directamente con la entidad a modelar, la virtual que se refiere a una interacción con el fenómeno por medio de simulaciones utilizando diferentes medios, entre ellos los electrónicos y la discursiva que se realiza con argumentos a partir de los datos obtenidos indirectamente, esto implica una situación en la que el lenguaje natural juega una función importante para relacionar los datos con el fenómeno. La experimentación es una fase necesaria para modelar, no es posible modelar un fenómeno sino se interactúa con él, ya que ésta trae consigo características propias que dejan huella en la forma de modelar.

## El acto de modelar

La experimentación no es suficiente para establecer la modelación, alguien que experimenta no necesariamente modela. La experimentación plantea la consideración de dos entidades que son el fenómeno y los datos obtenidos en la interacción, emergiendo de dicha interacción los diversos referentes matemáticos de los fenómenos. Sin embargo, para considerar que se está modelando se requiere de articular las dos entidades con la intención de intervenir en una de ellas a partir de la otra, esta característica es lo que define que una práctica sea de modelación. Dicho con otras palabras, el acto de articular las dos entidades con fines de intervención es lo que se constituye en una práctica de modelación y el carácter de dicha intervención es de diferente índole, puede ser desde la predicción, el diagnóstico o la validación de algún ente teórico.

La segunda fase de la modelación está guiada por una intención y una práctica, llámese a esta actividad articular para predecir; unir para diagnosticar o analizar; poner en armonía los datos obtenidos con sensores y un fenómeno de donde fueron obtenidos, para decidir si mi dispositivo está funcionando correctamente. En el momento en que los actores utilizan los datos obtenidos de la experimentación, para intervenir en el fenómeno se está ejerciendo la modelación y el fenómeno se convierte en lo modelado y los datos en el modelo.

Los entes que se articulan con los fenómenos pueden ser entre otros numéricos, gráficos, pictóricos, el lenguaje natural, ecuaciones algebraicas y/o diferenciales, etc. El proceso de articulación es un proceso interactivo, se propone algún modelo y se interviene con él al fenómeno, se propone otro y se vuelve a intervenir. Por eso la práctica que guía esta fase es la optimización de las herramientas y una de esas herramientas es el uso de software para simular en ambientes virtuales aquellos fenómenos, que por su complejidad y falta de equipo no es posible reproducirlos experimentalmente en un laboratorio físico. Si no tenemos los instrumentos necesarios para investigar la modelación de fenómenos como es ley de Coulomb o la ley de Gravitación Universal, entonces el trabajo en un Laboratorio Virtual de Ciencias (LVC) es lo más acertado (López, 2010).

De lo anterior dicho, usando el LVC montamos el experimento para estudiar la ley de Coulomb, la cual servirá para modelar vía la experiencia y el uso de la analogía el fenómeno de la Gravitación Universal. Los datos obtenidos con el LVC se les proporcionaron a tres grupos de estudiantes en el Conalep Acapulco II, formando equipos de cinco en cada grupo antes de ser sometidos al laboratorio virtual, obteniendo los siguientes resultados parciales:

Situación Fase I Colocamos dos cargas a una distancia $d$ fija. Medimos la fuerza $F$ entre ellas y la registramos en la siguiente tabla:	<i>Distancia entre las cargas</i>		<i>Fuerza entre las cargas</i>
	$Q_1$	$Q_2$	$F$
	10	20	45
	10	40	90
	10	60	135
	10	80	180

Discusión: ¿cuál será la fuerza si se colocan  $Q_1=10$  y  $Q_2=5$ ?

Respuesta consensada:

$$F = 11.25 \times 10^9 N = k \cdot \frac{(Q_1)(Q_2)}{R^2} = 9 \times 10^9 N \cdot \frac{(10)(5)}{(6.3246)^2}$$

$$\frac{50}{40.006}$$

Situación Fase II Colocamos dos cargas a diferente distancia entre ellas. Medimos la fuerza $F$ entre ellas y la registramos en la siguiente tabla:	<i>Distancia entre las cargas</i>		<i>Fuerza entre las cargas</i>
	$d(cm)$	$F$	
	0.1	180	
	0.2	45	
	0.3	20	
	0.6	5	

Discusión: ¿cuál será la fuerza si se colocan las cargas a una distancia de 0.5 cm?

Respuesta consensada:

$$q_1 = \frac{k \times q_2}{r^2 \times F} \quad q_1 = \frac{9 \times 10^9 \times q_2}{(0.1)^2 \times 180} = \frac{9 \times 10^9 \times q_2}{0.01 \times 1.80}$$

En ambos casos los resultados son parciales en el proceso de modelación, no están completos, intentan modelar el fenómeno haciendo uso de la experiencia obtenida en algún curso de física para aplicar la ley de Coulomb, los resultados de los demás grupos fueron muy semejantes, no lograron obtener otros modelos como el grafico. Por razones de espacio en este reporte solo mostramos el resultado inicial de nuestra investigación en la cual estamos teorizando, para construir un acercamiento a nuestra concepción de las prácticas de modelación vivenciadas y tomar como referentes estos resultados hacia la modelación de fuerzas gravitacionales vía la analogía, que es nuestro objetivo final en una segunda parte de nuestra investigación.

### La articulación de los modelos con el fenómeno en una red

De lo anterior dicho, podemos decir que los modelos pueden ser muy variados y su articulación con el fenómeno en una red da mayor eficacia a la actividad humana durante la intervención, diversifica la forma de intervenir. Una de las acciones de esta fase (tercera fase) es articular los parámetros de los diferentes modelos con los del fenómeno y sus prácticas. La conformación de diferentes modelos con el fenómeno en una red, articulando sus parámetros, esta acción es una fase de la modelación. Es así que proponemos en la modelación a la interacción con el fenómeno, el acto de modelar y la construcción de modelos, la conformación de una red de modelos con el fenómeno y a la analogía.

## La analogía

En Méndez (2008) se relata cómo es que los estudiantes construyen la red de modelos de lo lineal a partir de la modelación de la elasticidad de un resorte, al intentar modelar con la misma red otro fenómeno (cuarta fase). Es posible que los actores conformen una red de modelos con un determinado fenómeno, más ésta no será estable hasta que salga del fenómeno, la red de modelos no será estable hasta que no se establezcan analogías con otros fenómenos. Por tanto la modelación es una práctica que al ejercerse involucra otras prácticas para la construcción de herramientas matemáticas, esto significa que la modelación está conformada por una red de prácticas y herramientas matemáticas, en donde emerge como herramienta auxiliar la experiencia. La experiencia de la modelación en el fenómeno original es la base para establecer la analogía.

Hemos considerado algunas prácticas científicas de fenómenos que presentan un cierto isomorfismo, ya que comparten la misma estructura matemática. La idea matemática de isomorfismo, cuya palabra proviene del griego *isomorfos* que significa *igual forma*, es aplicable a la estructura de fenómenos que tienen un comportamiento semejante, aun cuando se trate de fenómenos totalmente distintos, y es esa característica lo que hace posible en las practicas científicas la modelación de los mismos, un ejemplo de ello es lo presentado por Paul E. Tippens (profesor de Física en Southern Polytechnic State University) en su diapositiva Tippens\_fisica\_7e\_11<sup>a</sup>, muestra una tabla comparativa entre los parámetros del movimiento lineal y circular, en ella puede visualizarse un isomorfismo en los modelos matemáticos, esto permite ver una cierta analogía en los modelos matemáticos de los dos tipos de movimientos y que pueden ser distintos en su estructura física de los movimientos.

Movimiento lineal	Movimiento angular
$s = \bar{v}t = \left(\frac{v_0 + v_f}{2}\right)t$	$\theta = \bar{\omega}t = \left(\frac{\omega_0 + \omega_f}{2}\right)t$
$v_f = v_0 + at$	$\omega_f = \omega_0 + \alpha t$
$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$	$\theta = \omega_0t + \frac{1}{2}\alpha t^2$
$s = v_f t - \frac{1}{2}at^2$	$\theta = \omega_f t - \frac{1}{2}\alpha t^2$
$2as = v_f^2 t - v_0^2$	$2\alpha\theta = \omega_f^2 t - \omega_0^2$

Comparación de parámetros lineales contra angulares.

Esta característica la hemos considerado para el diseño de las prácticas de modelación de fenómenos físicos. En nuestra investigación creemos que los actores pueden llegar a establecer

ciertas analogías, si inducimos en el proceso de modelación la investigación de qué isomorfismos o características presentan en su estructura matemática los fenómenos de interés, solo por mencionar algunos ejemplos en donde puede darse tal situación, es el movimiento pendular y el angular, las fuerzas gravitacionales, fuerzas eléctricas y las fuerzas electromagnéticas.

Nuestro interés está centrado en las fuerzas gravitacionales y electromagnéticas. Por eso, este trabajo está inserto en la línea de investigación de las prácticas de modelación y la construcción de conocimiento matemático, siendo el campo de la socioepistemología el marco teórico donde descansa. Desde esta perspectiva teórica que involucra los cuatro elementos relativos a la *naturaleza epistemológica, la dimensión sociocultural, los planos de lo cognitivo y los modos de transmisión vía la enseñanza*, que se establecen para la aproximación a la concepción de prácticas de modelación vivenciadas, nos permite construir diseños de aprendizajes mejor contextualizados, por un lado y por otro abre la posibilidad de teorizar, para determinar un proceso que pueda mostrar los distintos niveles alcanzados por los estudiantes en la construcción de modelos matemáticos durante el acto de modelar (Cantoral y Farfán, 2003).

En ese sentido lo que estamos diciendo, es que en el acto de modelar un fenómeno natural o social no siempre se alcanzará el máximo nivel de modelación esperado (modelación completa) sino que, solo se alcanzará un nivel de modelación intermedio, por tanto se construirá un modelo parcial, que refleje lo más cercano posible al fenómeno dado.

De lo anterior expuesto, la metodología base de la experimentación que hemos considerado, es la ingeniería didáctica, por ser una metodología de confrontación en donde hemos asumido el paradigma de la intervención, ya que lo que se observa en el aula se interviene, porque es una metodología de desarrollo, en la que se puede intervenir en el sistema escolar. Por ejemplo, se interviene en los libros, se interviene en los programas de estudio, etc., que son instrumentos de intervención y mediante una validación interna de los resultados obtenemos elementos de predicción.

### La experiencia

¿Qué es la experiencia? responder a esta cuestión implica considerar dos vertientes, la primera se enfoca hacia lo cotidiano, en donde la empiria juega su máximo papel, es ahí cuando empieza a generarse conocimiento empírico, que para el común de las personas da sentido a su vida; las personas viven en comunidades interactuando entre sí y con el medio en que desarrollan sus actividades, esto es las prácticas cotidianas, en las que están impresos los modos actuar y de hacer las cosas.

La segunda vertiente se enfoca hacia un conocimiento que está basado en la experimentación científica, ya que éste es el resultado de la investigación y al igual que en la primera vertiente nace en la empírea y que por diversos métodos de comprobación determinan la validez y formalización de los conocimientos que emergen de lo cotidiano. En ese sentido estamos interesados en estudiar las prácticas cotidianas que hacen posible la construcción de conocimiento matemático, particularmente aquellas situaciones en las que se manifiestan las formas del uso de la matemática y de cómo relacionan una idea con otra haciendo uso de la analogía (partiendo de un conocimiento que es considerado válido para relacionar un conocimiento con otro).

La experiencia, que proviene del latín *experientia* tiene diferentes connotaciones. Por ejemplo, significa *conocimiento de la vida adquirido por las circunstancias o situaciones vividas por una persona*, también significa *práctica prolongada que proporciona conocimiento o habilidad para hacer algo*. En ese sentido podemos hablar de que la práctica prolongada de una actividad, propicia la generación de conocimiento, a través de la experiencia previa a dicho conocimiento, esto significa que el recuerdo evocado de las prácticas ejercidas es usado para reproducir y producir conocimiento en términos de una evolución.

En esta investigación en torno a la modelación de fenómenos vía la analogía, sostenemos la tesis de que la experiencia en el uso de la analogía podemos construir conocimiento matemático por un lado y por otro emerge lo que llamamos *moda y costumbres científicas*, ya que la experiencia guarda la *intencionalidad*, mientras que por otra parte, la moda y las costumbres científicas son la *expresión* de la *institucionalidad*, surgiendo así, las *tendencias científicas* en la investigación como un producto de la *evolución* del conocimiento y, por tanto una *evolución* de las prácticas a partir de la experiencia. En ese sentido coincidimos con Buendía (2004). Quién dice:

*Lo que queremos resaltar es que la intencionalidad es una característica que imprime significado al conjunto de acciones realizado por los grupos humanos; en particular, estamos tratando con grupos humanos organizados que realizan acciones que tienen que ver con la intención de hacer, reproducir y comunicar el conocimiento matemático.*

Estamos planteando una relación entre *experiencia* y *costumbres*, que dan sentido a la *intencionalidad* e *institucionalidad del conocimiento*, mientras que la moda, se refiere al establecimiento de un conocimiento nuevo o modificado, a partir del establecimiento de ciertos principios, a través de la institucionalización del conocimiento y que no va más allá de un cierto contexto en tiempo y espacio, en tanto que las costumbres se refieren a conocimientos que trascienden, ya que estos surgen a partir de los hábitos o modos de hacer las cosas y que dan sentido y significado a las

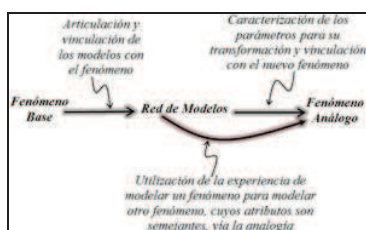
cosas, cuyos principios se rigen por tradición o por repetición adquiriendo fuerza de precepto, lo cual es coherente con la idea de práctica vivenciada.

En nuestro trabajo de investigación la experiencia permite una estructuración discursiva de las prácticas de modelación en el aula, luego si la modelación es ejercida en diferentes comunidades, argumentamos en consecuencia que es una práctica vivenciada y las herramientas construidas durante el ejercicio de la práctica dependen de las intenciones, así como del contexto en el cual son ejercidas, esto significa que la experiencia tiene un papel preponderante en el ejercicio de la modelación, particularmente en las prácticas de modelación vía la analogía.

Cuando hablamos de modelación no pensamos en un modelo matemático comotal, sino como una red de modelos construidos por los actores mediante un proceso de *deconstrucción* del conocimiento matemático, ya que en este proceso los actores recurren a la historicidad epistemológica de los conceptos y de su evolución, mostrando en su actividad procesos de tipo históricos y en cierta forma metafóricos, luego muestran algunas formas del uso de la analogía conscientes o inconscientes cuando tratan de dar solución a un problema planteado de la misma forma en que abordaron otro, que les resulta familiar en su forma. En estas situaciones el razonamiento por analogía ofrece una vía útil para intentar construir modelos durante el proceso de adquisición de nuevos conocimientos que se vayan desarrollando sobre la base de aquello que ya se ha aprendido. Coincidimos con Fernández, J., González, B., Moreno, T. (2005). Quienes citando a Clement (1993) se refieren a:

*El uso de comparaciones tales como analogías, metáforas, símiles o ejemplos constituye una actividad espontánea de las personas a la hora de dar sentido a lo desconocido. Consecuencia de ello es el papel relevante que han desempeñado las analogías en la construcción de nuevas representaciones científicas. Los científicos las emplean frecuentemente a la hora de elaborar y presentar sus teorías a otros miembros de la comunidad científicas.*

Entendemos que una buena abstracción analógica es aquella que solo proviene de la información necesaria y adecuada, para construir conocimiento nuevo partiendo del conocimiento ya establecido. El siguiente esquema del modelo propuesto muestra el proceso para establecer relaciones de los parámetros fenómenos base para su transformación y vinculación con los del fenómeno análogo vía la analogía.



El esquema muestra en el proceso de modelación la fase del acto de modelar, en donde se da la vinculación de los modelos matemáticos con el fenómeno (fenómeno base) y se establece la caracterización de los parámetros para su vinculación con los parámetros de otro fenómeno distinto (fenómeno Análogo).

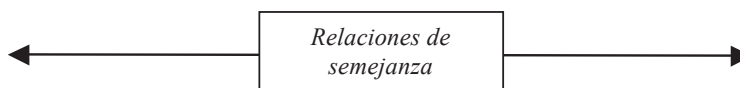
Mostramos un cuadro comparativo de los fenómenos base y análogos de nuestro interés, en el que se puede apreciar los parámetros fundamentales sujetos de abstracción vía analogía, siguiendo la estructura descrita por Lamas (2004).

#### Principales analogías y diferencias entre los fenómenos gravitatorios y eléctricos.

Fenómeno análogo (Gravitatorios)	Fenómeno base ( Eléctrico)
Son campos de fuerzas centrales.	Son campos de fuerzas centrales.
El módulo de la intensidad de campo es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.	El módulo de la intensidad de campo es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.
Consisten en una perturbación del espacio que actúa sobre una masa.	Consisten en una perturbación del espacio que actúa sobre una carga eléctrica.
Las masas son siempre positivas.	Las cargas eléctricas pueden ser positivas y negativas.
Las fuerzas gravitatorias son siempre atractivas	Las fuerzas eléctricas pueden ser atractivas o repulsivas.
Son universales.	Dependen del medio.
Las líneas de fuerza son abiertas y perpendiculares a las superficies equipotenciales.	Las líneas de fuerza son abiertas y perpendiculares a las superficies equipotenciales.
Son campos de fuerzas conservativos.	Son campos de fuerzas conservativos.
Pueden ser uniforme en grandes zonas o regiones.	Sólo pueden ser uniforme en pequeñas zonas o regiones.
Prácticamente no se pueden anular.	Pueden conseguirse regiones de intensidad nula.



$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}, (G < k)$	$k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}, (k > G)$
Son muy débiles (G tiene un valor numérico muy pequeño).	Son muy intensos (K tiene un valor numérico muy grande).
Una masa, esté en reposo o en movimiento, siempre crea un campo gravitatorio.	Una carga eléctrica en movimiento, además del campo eléctrico crea también un campo magnético.



Del análisis de la tabla comparativa, que muestra las relaciones de semejanza, en la cual se fundamenta la analogía, surge la aseveración de que vincular significa fundamentar las características de un fenómeno, primero en una argumentación matemática, utilizando razonamientos basados en las leyes de la lógica y de los axiomas de los números reales, que permiten probar o demostrar una afirmación para convencer a un cierto grupo de personas pertenecientes a una comunidad específica de aquellos hechos o ideas que se afirman o se niegan y después considerando estos argumentos establecer un vínculo, a través de una relación de semejanza entre las características más significativas entre los parámetros de los fenómenos considerados con la finalidad de lograr lo que llamamos el acto de modelar tales fenómenos.

### A manera de conclusión

I. La modelación matemática de fenómenos naturales o de situaciones en ambientes áulicos, se limita a reproducir en laboratorio de alguna manera el camino que siguieron los científicos, que lograron construir los modelos originales, evadiendo los obstáculos que vivieron durante su construcción. En ese sentido el trabajo docente consiste en mostrar ese camino e introducir algunos de esos obstáculos, con la finalidad de motivar al estudiante como actor principal del proceso enseñanza aprendizaje, para encontrar nuevas formas o caminos para llegar a los mismos modelos, por un lado y por otro desarrollar en los alumnos las habilidades para construir sus propias herramientas, como lo hizo Coulomb con su *balanza de torsión* para medir las fuerzas entre partículas, basándose en el modelo de la ley de Gravitación de Newton o de la analogía que utilizó Maxwell para elaborar su teoría electromagnética; en todos estos casos se encuentran implícita y explícitamente *la experiencia y la analogía* en la construcción de estos referentes matemáticos, así mismo en este proceso se encuentra inmerso el desarrollo de competencias referidas a aspectos *conceptuales, procedimentales y actitudinales*, desde la perspectiva socioepistemológica de las prácticas de modelación vivenciadas.

2. El estudio de las redes de modelos nos permiten comprender y caracterizar conexiones en los modelos, desde el hecho de que surjan figuras a partir de la manipulación de datos en la construcción de tablas, hasta adquirir la experiencia para el análisis de los tipos de modelos y redes de modelos, en el sentido de explicar su origen y comportamiento para la predicción. Podemos decir, que en la construcción y vinculación de modelos matemáticos asociados a fenómenos, es importante considerar las características de los fenómenos y de los datos que se recojan de la manipulación de los mismos, dado que debe haber cierta compatibilidad entre los modelos asociados a ellos, así cuando asociamos diferentes fenómenos a sus modelos y éstos tienen un cierto comportamiento matemático similar, conlleva a establecer criterios para las conexiones y vinculaciones en la construcción de una red de modelos.
3. Para entender la relación entre la modelación y la analogía, debemos saber primero que un modelo en un entorno físico, se construye primero con ideas y después puede concretarse como una fórmula matemática, una gráfica, un mapa, un plano, una maqueta o un experimento, luego la relación entre la analogía y la modelación estriba en los vínculos establecidos a partir de las similitudes encontradas entre las partes de los fenómenos distintos, de ahí su importancia en el aula para la explicación de ciertas teorías científicas; en nuestro caso, la relevancia va más allá de la explicación de estas teorías, pretendemos mostrar de algún modo desde la experiencia cómo es utilizada la analogía para construir conocimiento matemático.
4. Las prácticas de modelación vía la analogía, la experiencia previa a la propia modelación, permite evocar lo que llamamos recuerdos y estos en los distintos entornos, a su vez permiten la construcción de las herramientas, adecuándolas a nuevas situaciones y estas herramientas de que disponen los actores son modificadas, para construir los nuevos modelos y por consiguiente nuevas prácticas vivenciadas, lo cual implica un proceso que se produce por la interacción previa al modelo y su práctica correspondiente, que es la disposición heredada de la experiencia como conocimiento surgido de las prácticas ejercidas, así mismo queda implícita la evolución de la experiencia en las nuevas prácticas de modelación vivenciada

### Referencias bibliográficas

- Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis de Doctorado no publicada. Cinvestav-IPN, México.
- Buendía, G. (2004). *Una epistemología del aspecto periódico de las funciones en un marco de prácticas sociales (Un estudio socioepistemológico)*. Tesis de Doctorado no publicada. Cinvestav-IPN, México.

- Cantoral, R y Farfán, R. (2003). *Matemática Educativa: Una visión de su evolución*. *Revista Latinoamericanas de Investigación en Matemática Educativa*. 6(1), pp. 27-40.
- Fernández, J., González, B., Moreno, T. (2005). *Hacia una evolución de la concepción de analogía: aplicación al análisis de libros de texto*. *Enseñanza de las Ciencias*. 23 (1), pp.33-46. Recuperado de Scribd:<http://es.scribd.com/doc/163012349/Analisis-de-textos-y-analogias-2005-23-1>.
- Lamas, G. (2004). *Discusiones sobre la utilización del razonamiento analógico en la epistemología evolucionista*. *Filosofia e história da ciência no Cone Sul: 3º Encontro*. Campinas, pp. 446-452.
- López, C. (2010). *Las prácticas de modelación virtual, un estudio intercultural*. Tesis de Maestría no publicada, Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero. México.
- Méndez, M. (2008). *La experiencia como la evolución de las prácticas: La experiencia de modelar linealmente situaciones análogas*. Tesis de Maestría no publicada, Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero. México.
- Tippens P., (2007). *Tippens\_fisica\_7e\_11º*, [diapositiva de PowerPoint]. Recuperado de slider player: <http://slideplayer.es/slide/28797/>.