

## ESTUDIO DE PRÁCTICAS DE MODELACIÓN CON ESTUDIANTES DE MÉXICO Y CHILE

Miriam Carolina Ortiz Torrescano, Jaime Arrieta Vera y Leonora Díaz Moreno

Universidad Autónoma de Guerrero.

Universidad de Los Lagos.

miriam\_carolin@hotmail.com, jaime.arrieta@gmail.com, leonoradm@gmail.com

México

Chile

**Resumen.** Este trabajo es parte de una investigación que estudia Prácticas de Modelación en diversos escenarios con la intención de analizar las herramientas que surgen en este proceso. Se reportan experiencias con estudiantes, de nivel medio superior y superior de México y Chile, respectivamente, que participaron en puestas en escena de un diseño de aprendizaje basado en la Modelación Lineal. Sus producciones muestran argumentos, herramientas y procedimientos que utilizan al modelar, su análisis presenta invariantes y particularidades que exhiben el rol del estudiante en cada escenario. El trabajo se enmarca en la socioepistemología como perspectiva teórica

**Palabras clave:** Modelación, Socioepistemología

**Abstract.** This research is a part of a research that analyses Modeling Practices in several environments aiming to study the arising tools in this process. Experiences related to students from High-school and College levels from Mexico and Chile, respectively; who took part in performances about learning design based in Lineal Modeling. Their productions show arguments, tools and procedures that they use when they are modeling, their analysis present invariants and particularities that show up the student's role in every scenery. This research is oriented on socioepistemology as a theory perspective

**Key words:** Modeling, Socioepistemology

### Introducción

La experiencia que se reporta en este trabajo, es parte de una investigación exploratoria que estudia las prácticas de modelación en dos escenarios diferentes, con dos grupos diferentes, en dos países diferentes y tuvo como antecedentes los trabajos de Arrieta (2003), Méndez (2005), entre otros.

Se estudió la puesta en escena de un diseño de aprendizaje basado en la modelación lineal, y se analizaron las producciones de los actores, encontrándose invariantes y particularidades que exhiben el rol del estudiante en cada escenario.

### Las Prácticas de modelación

La modelación ha sido fuertemente defendida en las últimas décadas en el ámbito educativo como uno de los procesos sustantivos a la formación matemática escolar.

Bajo la perspectiva Socioepistemológica, consideramos que la modelación es una práctica recurrente en diversas comunidades no escolares como cardiólogos, economistas, bioquímicos, entre otros, estas Prácticas de Modelación norman a dichas comunidades a la vez que les otorgan

identidad. Las prácticas de modelación de una comunidad se muestran en las intencionalidades, las herramientas y los procesos a que recurren al modelar.

De esta manera la modelación la concebimos como una Práctica Social.

Se han inscrito diversos trabajos, los cuáles sugieren que la modelación matemática, particularmente concebida como una Práctica Social, tiende puentes entre la escuela y su entorno (Arrieta, 2003). En algunas investigaciones se han dedicado a estudiar las prácticas de diferentes comunidades cuyos productos son diseños de aprendizaje con base en Prácticas de Modelación y sustentados por la Ingeniería Didáctica como metodología. Algunas otras se han encargado de probar estos diseños con grupos experimentales como en Galicia y Arrieta (2005), Méndez y Arrieta (2007), entre otros.

La modelación que se suscribe (Arrieta y Díaz, 2013) articula dos entidades con la intención de intervenir en una, llamada lo modelado, a partir de otra, llamada el modelo:

*Por ejemplo: el cardiólogo articula el corazón del paciente -lo modelado- con su electrocardiograma -el modelo. Desde el modelo interviene, de modo prescriptivo, en el corazón del paciente.*

### **“La elasticidad de los resortes” un diseño de aprendizaje basado en la modelación lineal**

El diseño que se considera en este trabajo es el de “La elasticidad de los resortes”, basado en la modelación lineal (Arrieta, 2003), el cual ha sido reportado en diversa investigaciones en las que se establece una cierta dinámica en el aula.

La dinámica consiste en la conformación de equipos, una vez realizados los equipos los estudiantes discuten cada una de las actividades del diseño y a partir de consensos establecen sus propios resultados, en este punto el profesor verifica que no existan dificultades para la realización de la actividad orientando a través de preguntas auxiliares en caso de haberlas. Después, cada uno de los equipos expone sus resultados, argumentando cada una de sus respuestas, si es necesario, el profesor interviene provocando debates entre los equipos a partir de sus argumentos. Al final, el profesor concluye la actividad a partir de los consensos grupales. Esta dinámica se contrapone a la tradicional del aula de matemáticas, en que docentes y estudiantes toman los roles de emisores y receptores respectivamente.

Didácticamente distinguimos cuatro fases de la modelación, la interacción con el fenómeno -la experimentación en sentido amplio-, el acto de modelar, la articulación de redes de modelos con el fenómeno y la analogía. (Arrieta y Díaz, 2013). A continuación describiremos brevemente en qué consiste cada una de estas fases.

## Las fases de la modelación

### Fase I La interacción con el fenómeno, la experimentación

En la experimentación discursiva, se establece a partir del “fenómeno pensado” o de una tabla inicial de datos, utilizando como recurso el discurso.

### Fase II. El acto de modelar, la predicción

Es aquí cuando los estudiantes plantean métodos de predicción que pueden variar dependiendo la escolaridad de los estudiantes. Este tipo de preguntas va enfocado a crear un modelo numérico, un modelo algebraico, y una gráfica.

### Fase III La articulación de los modelos y el fenómeno en una red

Hasta este momento los estudiantes tienen un fenómeno que está asociado a una tabla, un modelo numérico, a una fórmula, un modelo algebraico y a una gráfica, un modelo gráfico. En esta fase del diseño los actores articulan los modelos entre si y estos con el fenómeno, configurando una red que llamamos la red de “lo lineal”.

### Fase IV

Al construir los estudiantes la red de lo lineal, cuando intentan modelar con la misma red otro fenómeno, es preciso modelar diferentes fenómenos con sus redes y articularlas, descentrando la red de modelos del fenómeno vía la analogía.

## La puesta en escena

A partir de la dinámica en el aula, descrita anteriormente, se consideran para este estudio, dos grupos de estudiantes. Uno del nivel medio superior con edades entre 15 y 17 años y -uno de formación de profesores.

- ❖ El primer grupo (GMSI) lo conforman 18 estudiantes de México, ellos son miembros del “Club de Matemáticas del Cbtis N° 116”.

Una de las características del primer grupo es que acuden al club por interés personal desarrollando actividades extracurriculares.

La puesta en escena fue llevada a cabo el día seis de Octubre de 2012, se formaron cinco quipos.

El tiempo que se asignó para llevar a cabo la actividad fue de dos horas.

La información fue recopilada con cámara de video y fotográfica, también se tomaron notas y observaciones de campo.

- ❖ El segundo grupo (GFP) está compuesto por 14 estudiantes de quinto a noveno semestre de formación de profesores de la Universidad Católica Silva Henríquez de Chile y se realiza en el marco de una asignatura optativa de la carrera.

Una de las características del grupo es que la mayoría de ellos habían cursado por lo menos Cálculo Diferencial e Integral. La puesta en escena fue llevada a cabo el día once de Marzo de 2013, se formaron cinco equipos.

El tiempo que se asignó para llevar a cabo la actividad fue de dos horas.

La información fue recopilada con cámara de video y fotográfica, también se tomaron y observaciones de campo.

### Elementos de análisis de las puestas en escena

En el diseño de aprendizaje de la Elasticidad de los resortes, se establecen con claridad las primeras tres fases de la modelación. Y en este trabajo se reporta sólo la primera y segunda fase en la cual se establecen las trayectorias de los algoritmos de predicción que se presentan en cada caso.

Las primeras tres preguntas del diseño se ubican en la primera fase. La riqueza de producciones de los actores de la puesta en escena es muy amplia. Por ejemplo, en las producciones respecto del diseño, los equipos del grupo GMS1 en la fase de interacción con el fenómeno, experimentación discursiva, recurren a lenguaje natural y a la lectura de la tabla. Los estudiantes del GFP discuten acerca de las magnitudes y plantean modelos algebraicos y gráficos. No se limitan a leer la tabla y responder a la situación del diseño, analizan los elementos que la circundan y realizan planteamientos al respecto. Proponen una ecuación de la forma  $y = ax + b$  a partir de dos puntos de la tabla, calculan  $a$  como pendiente  $a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$  y  $b$  como la ordenada al origen.

Responden a las predicciones pedidas en el diseño sustituyendo valores en la ecuación. No construyen la razón de cambio para predecir. Sin embargo uno de los cuatro equipos coincide con las trayectorias que siguen los GMS1 y GMS2.

La pregunta cuatro es la que da cabida a la predicción, es ahí en donde surge el acto de modelar, pues a partir de los datos que ya se tienen en la tabla estos son utilizados para predecir, es decir, la tabla es utilizada para responder el cuestionamiento. Las producciones de GMS1 en la fase de

predicción el método inicial más recurrente es el de puntos medios. Si colocamos 50 gramos ¿En qué posición estará la flechita del portapesas?

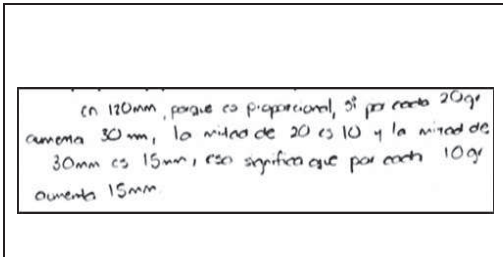
	<p>“En 120mm, porque es proporcional, si por cada 20gr aumenta 30mm, la mitad de 20 es 10 y la mitad de 30mm es 15mm, eso significa que por cada 10gr aumenta 15mm”</p>
---	---

Tabla 1. Predicción puntos medios.

Posteriormente, al cambiar las condiciones de la predicción, recurren a la regla de tres la flechita estará en 175mm. Ocupamos la regla de tres

Algunos de los equipos construyen un método de predicción basado en la razón de cambio

$$posición = n (\text{gramos}) \cdot 1.5 + 45$$

Este método se configura en un algoritmo, dando lugar a la construcción del modelo algebraico

$$p = (n)(1.5) + 45$$

donde  $n = \text{número de gramos}$  y  $p = \text{es la posición del portapesas}$

Se pueden observar que los grupos siguieron distintas trayectorias de algoritmos:

<p>En el grupo de nivel medio superior GMSI se observa como trayectoria de los algoritmos de predicción</p>	<p>En el grupo GFP la trayectoria de algoritmos que se presentan es</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentación</li> <li>• Puntos medios</li> <li>• Uso de razón cambio</li> <li>• Uso de la ecuación algebraica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentación</li> <li>• Regla de tres</li> <li>• Puntos medios</li> <li>• Plantean la ecuación y la gráfica (pegadas una a la otra).</li> </ul>

Tabla 2. Trayectorias de algoritmos.

## Conclusiones

Un aspecto del análisis de las producciones de los actores de las puestas en escena del primer diseño, que permiten levantar una primera conclusión, son las diferencias y concordancias entre las trayectorias de los algoritmos de predicción que llevan desde la tabla de datos al modelo algebraico.

En el grupo de nivel medio superior de GMI se observa como trayectoria de los algoritmos de predicción “puntos medios”-“puntos medios medios”-“regla de tres”- “uso de razón de cambio”-“uso de la ecuación algebraica”.

En el grupo GFP la discusión es más profunda desde la fase I, la experimentación discursiva, plantean inmediatamente la ecuación y gráficas. Las predicciones que pide el diseño se realizan utilizando el modelo algebraico. Esta trayectoria e “obtienen la ecuación de la recta a partir de dos puntos mediante el procedimiento escolar tradicional”-“predicción utilizando la ecuación”. Un factor para establecer las diferentes trayectorias podría ser el contraste en el nivel de escolaridad.

### Referencias bibliográficas

- Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Disertación doctoral no publicada, Departamento de Matemática Educativa del Cinvestav-IPN, México.
- Arrieta, J. y Díaz, M. (2013). *Una mirada Socioepistemológica de la modelación*. Artículo enviado a revista de corriente principal (130501).
- Galicia, A. y Arrieta, J. (2005). Modelación de la evolución de la levadura: un estudio de las prácticas sociales de ingeniero Bioquímico. En *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 18. Pp. 503-509.
- Marquina (2012). *Incorporando Nuevas Prácticas de Modelación al sistema escolar. Un estudio de su constitución*. Tesis de Maestría no publicada, Unidad Académica de Matemáticas, Uagro, México.
- Méndez, M. (2007). *La experiencia como la evolución de las practicas: La experiencia de modelar linealmente situaciones análogas*. Tesis de Maestría no publicada, Unidad Académica de Matemáticas, Uagro, México.
- Covián, O. (2005). El papel del conocimiento matemático en la construcción de la vivienda tradicional: El caso de la Cultura Maya. Tesis de maestría no publicada, Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN.