

## LA CONSTITUCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MODELACIÓN LINEAL

Nancy Marquina Molina, Jaime L. Arrieta Vera

Unidad Académica de Matemáticas, de la Universidad Autónoma de Guerrero. (México)

[nanmarquina@hotmail.com](mailto:nanmarquina@hotmail.com), [jaime.arrieta@gmail.com](mailto:jaime.arrieta@gmail.com)

### Resumen

La problemática que atendemos en esta investigación es la que deviene de la tensión entre las prácticas escolares y las prácticas del uso de las matemáticas. Hemos propuesto a la modelación, como una práctica que posibilita el establecimiento de puentes entre la escuela y su entorno. El proyecto “*La emergencia de las prácticas de modelación en el nivel medio superior en el Estado de Guerrero*” (México), tiene la intención de incorporar al sistema escolar, las prácticas de modelación. En este proyecto han venido participando ciento cincuenta profesores en ocho regiones del Estado de Guerrero. Los profesores participan en las puestas en escena de diseños de aprendizaje basados en prácticas de modelación, posteriormente las trabajan con sus alumnos. Así, las prácticas de modelación han venido incorporándose en los sistemas educativos, sin embargo, el proceso de constitución de estas no es inmediato. En esta investigación estudiamos este proceso y, en éste artículo presentamos algunos fenómenos relacionados con la constitución de las prácticas de modelación lineal.

**Palabras clave:** *constitución de prácticas, modelación lineal.*

### La problemática: la separación de la escuela de su entorno

En la actualidad, es común escuchar, tanto de la comunidad de la educación matemática como de los diferentes grupos sociales, sobre la necesidad de vincular los contenidos matemáticos a ciertos aspectos de la vida.

Algunas de las preguntas más recurrentes en la clase de matemáticas son: ¿eso para qué me va a servir? ¿En dónde se aplica? Estas preguntas, así como otras en esta dirección, evidencian la desvinculación de la matemática escolar con el entorno social.

Es así que la problemática general que atiende nuestra investigación, es precisamente la desvinculación de las prácticas de la matemática escolar con las prácticas que se ejercen en su entorno.

### La modelación como práctica social: tendiendo puentes entre la escuela y su entorno

La necesidad de vincular los contenidos vistos en el aula de matemáticas con algunas situaciones vividas fuera de ella, ha dado lugar a diferentes investigaciones en el campo de la Matemática Educativa, entre ellas, se propone a la modelación como un proceso mediante el cual se puede lograr tal objetivo.

En el campo de la matemática, la modelación suele definirse como una teoría que estudia las características cualitativas de las estructuras matemáticas. La modelación matemática ha sido utilizada por los que, convencionalmente denominamos matemáticos aplicados como un proceso

dinámico que les ayuda a entender cierto problema, o algún fenómeno de la Física, Química o la Biología, entre otros.

Sin embargo, dentro de la matemática educativa existen diversas concepciones de ver a la modelación, por ejemplo, la modelación como un proceso de representación (Mochón, 1997), o la modelación es vista como una forma de actividad necesaria para la reconstrucción de significados matemáticos (Suarez y Cordero, 2005); en Biembengut y Hein (2004) la modelación es vista como método de enseñanza de las matemáticas, en otros casos la modelación es vista como un proceso mediante el cual se desarrollan capacidades (Aravena, Caamaño y Giménez, 2008), o bien, la modelación es vista como una herramienta didáctica para la construcción de conceptos matemáticos (Villa y Ruiz, 2009).

Desde nuestra postura, la modelación, es una actividad recurrente que da lugar a la emergencia de entidades sociales. De esta manera consideramos que la modelación es una práctica social que da identidad a comunidades de diversa índole.

Así mismo consideramos que el acto de modelar, precisamente ocurre, cuando el actor tiene que resolver aspectos de una entidad a partir de otra llamada Modelo. Es así que la Modelación es un proceso de articulación de dos entidades para actuar sobre alguna de ellas, lo modelado (Méndez, 2006) y los modelos que surgen durante este proceso, son utilizados para determinar el comportamiento del fenómeno estudiado. De esta forma un modelo gráfico no es la representación de un fenómeno, sino una herramienta para, por ejemplo, predecir comportamientos.

En investigaciones como Arrieta (2003), que estudia la modelación lineal; Cortés (2003), que estudia la modelación cuadrática; Méndez (2006), la modelación multilineal; Galicia (2004), la modelación exponencial; Castro (2007), lo inversamente proporcional y en Alcaraz (2006), la modelación senoidal; se propone a la modelación como una práctica que establece puentes entre la escuela y su entorno, para ello elaboraron diseños de aprendizaje basados en la modelación, mediante los cuales reportan, que el alumno construye herramientas matemáticas que le permiten a través de ellas la construcción de su propio conocimiento. Estos diseños fueron elaborados y validados experimentalmente en cada una de sus investigaciones y la metodología que soporta tales diseños de aprendizaje es la Ingeniería Didáctica.

### **La incorporación de las prácticas de modelación al sistema escolar**

Estas investigaciones, son parte del soporte de un proyecto en el Estado de Guerrero, México, denominado: “*La emergencia de las prácticas de modelación en el nivel medio superior en el Estado de Guerrero*”, el cual tiene la intención de incorporar al sistema escolar, las prácticas de modelación con la implementación de laboratorios virtuales.

En este proyecto han venido participando ciento cincuenta profesores del nivel medio superior, en ocho regiones del Estado de Guerrero y la duración del proyecto es de dos años.

Durante los primeros cinco meses, dichos profesores trabajaron once diseños basados en la modelación lineal, los cuales han sido validados de manera experimental. La dinámica de este trabajo es la siguiente: el sábado, los profesores participan como estudiantes en la puesta en

escena de los diseños de aprendizaje, lo critican como profesores y planean la puesta en escena en sus grupos. De lunes a jueves los profesores ponen en escena los diseños de aprendizaje en su grupo, durante cada una de estas sesiones los profesores recaban evidencia que después analizan y entregan; por último, los viernes se evalúa este trabajo.

Las características de los grupos de profesores, son muy variadas; son grupos totalmente heterogéneos, la mayoría de ellos no son matemáticos de formación; hay ingenieros, químicos, biólogos, entre otros; aún así, ellos deben poner sus diseños.

Los grupos con los que trabajan los profesores van desde veinte, hasta sesenta alumnos divididos en equipos de cuatro o cinco personas; y el tiempo establecido para la realización de cada actividad, es justamente el de una clase habitual de matemáticas (cincuenta minutos). Al final se solicita a un representante de cada equipo que pase a exponer sus resultados, y que justifiquen cada una de sus respuestas, que argumenten, se llevan a cabo debates y al final se logran consensos grupales a través de la institucionalización.

Los planteles donde laboran los profesores, son muy variados, algunos están equipados con todo lo necesario para trabajar sus prácticas, algunos otros, trabajan en condiciones muy precarias, y deplorables.

Es así que aspectos como el tiempo, número de alumnos, equipo con los que cuentan los sistemas escolares, reflejan que las condiciones escolares en que trabajan los profesores, son muy distintas a las condiciones experimentales. Cabe mencionar que estos aspectos, también han sido determinantes para que en muchos casos, se hayan tenido que hacer modificaciones a los diseños con los que se trabajan.

De esta manera, las prácticas de modelación han venido incorporándose en los sistemas educativos, sin embargo, el proceso de constitución de éstas no es inmediato.

### **La constitución de las prácticas de modelación**

Aclaremos a lo que nos referimos cuando hablamos de la constitución de prácticas.

Desde nuestra postura, la *constitución* está referida a la forma de cómo se establecen y cobran cotidianeidad las prácticas por organizaciones sociales llamadas comunidades.

Podemos decir que una práctica constituida es aquella que sigue un procedimiento establecido, explícito o no; las prácticas constituidas son las que se llevan a cabo ya por costumbre o porque así debe de ser. Creemos que el proceso de constitución tiene diversos aspectos, pero que en general está regido por la economía de la práctica, es decir, por su funcionalidad, que la práctica sea adecuada para lograr su propósito.

Es así, que nos hemos cuestionado acerca de cómo se constituyen las prácticas de modelación en el sistema escolar y éste problema lo estamos estudiando desde el proyecto “*La emergencia de las prácticas de modelación en el nivel medio superior en el Estado de Guerrero*” (México).

Nuestro interés, se centra en que las prácticas de modelación se constituyan en la escuela del nivel medio superior, es decir, que se vivan de forma recurrente y al mismo tiempo que sean

prácticas que estén integradas a la identidad de ser profesor. Nos interesa que aún cuando haya terminado el proyecto, ellos sigan poniendo en práctica la modelación como parte de su discurso escolar.

### **Perspectiva teórica y metodológica de la investigación**

La perspectiva teórica que adoptamos es la Socioepistemología (Cantoral, Farfán, Lezama y Martínez, 2006).

La Socioepistemología, asume como tesis fundamental que la construcción social del conocimiento está dado de manera sistémica bajo cuatro componentes fundamentales: “su naturaleza epistemológica, su dimensión sociocultural, los planos de lo cognitivo y los modos de transmisión vía la enseñanza” (Cantoral, R. Farfán, R. 2003).

Desde esta perspectiva el aprendizaje es una actividad humana situada en contextos sociales donde los actores sociales ejercen prácticas usando y construyendo herramientas, modificando con esta actividad las mismas prácticas, su entorno, sus realidades, sus herramientas y su identidad.

En esta aproximación, los conocimientos matemáticos son vistos como construcciones sociales surgidas de prácticas ejercidas por grupos sociales en contextos sociales específicos y reproducidos por comunidades.

Es así, que esta perspectiva es adecuada, pues nos proporciona el marco teórico que nos permite analizar las evidencias que soportan la existencia de fenómenos asociados a la constitución de las prácticas de modelación. En este reporte solo mencionamos dos.

- La red de la elasticidad de resortes contra la red de lo lineal.
- Eligiendo fenómenos para modelar lo lineal.

La metodología adoptada es de corte cualitativo y está basada en determinar las fases del proceso de la constitución de las prácticas de modelación lineal. Estas fases quedaron determinadas a partir de la observación etnográfica del discurso (Candela, A., 1999) establecido entre los profesores con sus alumnos y de sus producciones. Cabe mencionar que desde nuestra perspectiva, el discurso no sólo está conformado por la acción del habla, sino fundamentalmente, está conformado por las prácticas sociales incluidas en esta.

### **Algunos fenómenos en el proceso de constitución de las prácticas de modelación lineal**

#### ***La red de la elasticidad de resortes contra la red de lo lineal***

El primer diseño que se trabajó fue “*La elasticidad de los resortes*”, el cual está basado en la modelación lineal y quedó dividido en dos partes, considerando los tiempos escolares.

La intención del diseño es que los estudiantes construyan la red de prácticas y herramientas llamada “*lo lineal*” (Arrieta, 2003). Después de haber realizado la práctica observamos que tanto

los profesores como los alumnos, construyen una red de prácticas y herramientas, que pudiera pensarse que es la red de *lo lineal*, sin embargo al participar en otra diseño que involucra situaciones de modelación lineal no es utilizada la red, es decir, los estudiantes y profesores construyen una red de modelos y herramientas relativa a la modelación de la elasticidad de un resorte. Para la constitución de la red de lo lineal es necesario generalizar esta red.

Cuando nos referimos a la red de prácticas y herramientas utilizadas, específicamente nos referimos a que, en el fenómeno de la elasticidad del resorte, cada uno de los modelos que surgen en el proceso (numérico, algebraico y gráfico), son utilizados como herramientas por ejemplo, para predecir el comportamiento del resorte.

Cuando el fenómeno fue cambiado, la red que habían construido antes no la relacionaban con el nuevo fenómeno. Por ejemplo, para determinar la deuda de un auto que se adquiere a mensualidades sin intereses utilizan un procedimiento de predicción. Aquí observamos que para modelar este otro fenómeno, no echan mano de la red que ya habían construido, sin embargo, tampoco modelan cómo si lo hicieran por primera vez.

### ***Eligiendo fenómenos para modelar lo lineal***

A continuación presentamos el fragmento de una entrevista hecha el 30 de Enero de 2010 al Dr. Jaime L. Arrieta Vera, director del proyecto e instructor en las distintas sedes, esta entrevista es hecha antes de pasar a la modelación cuadrática; nuestra intención es saber si los profesores han construido “Lo lineal” después de 5 meses de haber trabajado con diseños basados en la modelación lineal.

**Nancy:** Al parecer ustedes han trabajado en el Laboratorio Virtual de Ciencias, diseños de aprendizaje basados en la modelación lineal.

**Dr. Arrieta:** Si.

**Nancy:** ¿Podría pensarse que es demasiado tiempo o demasiados diseños para la modelación lineal?

**Dr. Arrieta:** Le concedemos a la modelación lineal singular importancia porque sobre esta construimos la caracterización de otro tipo de modelación. El proceso de constitución de la modelación lineal en el sistema escolar es un proceso largo y complejo.

Por ejemplo, después de cinco meses de trabajar modelación lineal, proponemos la siguiente actividad.

“Profesores, hasta este momento hemos modelado los fenómenos que nosotros, los instructores, proporcionamos; la actividad propuesta es que ustedes propongan para la siguiente semana, un fenómeno a modelar linealmente”

Son muy interesantes las propuestas de los profesores. Algunas de ellas muy ingeniosas, pero muchos de ellos proponiendo fenómenos donde las variables no presentaban correlación o era francamente imposible modelarlos por modelos lineales. Un ejemplo, una maestra propuso que

modeláramos el bajo índice de aprovechamiento escolar en el aula de matemáticas. Al solicitar que me dijera cuáles serían las variables que relacionaría linealmente, me mencionó la mala alimentación, la desatención de los padres, y otras variables más, que difícilmente podrían relacionarse linealmente varias de ellas.

Me parece que el proceso de constitución de las prácticas de modelación lineal debería incluir un proceso donde los profesores y estudiantes propongan el fenómeno a modelar y lo modelen. Hemos identificado que los profesores necesitan, al menos, identificar las variables, presentar hipótesis sobre su relación y tener métodos para validarlas.

Es necesario estudiar las fases de este proceso, el de proponer fenómenos adecuados para ser modelados por modelos lineales.

**Nancy:** ¿Podemos decir que los profesores han construido lo lineal después de cinco meses?

**Dr. Arrieta:** Hay que distinguir dos procesos, el proceso de emergencia de la red y el de su constitución, este último es un proceso largo y con una multitud de fenómenos.

..... la constitución de las prácticas de modelación lineal pasa por la discriminación de fenómenos que no son modelables por modelos lineales.

Al analizar estos dos fenómenos, podemos ver que aún cuando los profesores han trabajado por cinco meses con once diseños basados en la modelación lineal, las prácticas de modelación NO están constituidas.

## Conclusiones

Los fenómenos que hemos reportado en este artículo, son solo una muestra de lo que hemos podido analizar al momento, próximamente estaremos reportando algunos otros que han surgido y los próximos, que seguramente se presentaran en este proceso.

Consideramos que las prácticas de modelación crean puentes entre las matemáticas ejercidas en la escuela y las de su entorno, y que la constitución de dichas prácticas en los sistemas escolares, dará pauta a la vinculación entre ellas. Es por ello que nuestro interés seguirá enfocado en estudiar el proceso de constitución de las prácticas de modelación en el nivel medio superior mediante los fenómenos que se presenten durante este proceso.

Esperamos que en determinado momento, las experiencias de modelar que vivan los profesores durante el proyecto, les pueda proveer de herramientas para modelar situaciones análogas, es decir, al constituir las prácticas de modelación, no se espera que solo reproduzcan los diseños que han trabajado en el proyecto, sino que sean capaces de poder realizar sus propios diseños con situaciones análogas, adaptándolos a sus propias necesidades. ¡Que hagan suyas las prácticas de modelación, que sean parte de ser profesor!

## Referencias

- Alcaraz, R. (2006). *Lo periódico una construcción a partir de la Numerización del movimiento*. Tesis de Maestría no publicada, Unidad Académica de Matemáticas de la U.A.G., México.
- Aravena, M., Caamaño, C. y Giménez, J. (2008). Modelos matemáticos a través de proyectos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 11(1), 49-92.
- Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis doctoral no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, México.
- Biembengut, M. y Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos de Enseñar matemática. *Educación Matemática*, 16 (002), 105-125.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. Primera edición. México: Paidós Educador.
- Cantoral, R. y Farfán, R. (2003). Matemática educativa: Una visión de su Evolución, *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 6(1), 27-40.
- Cantoral, R., Farfán, R., Lezama, J. y Martínez, G. (2006). Socioepistemología y Representación: Algunos ejemplos. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa. Número especial*, 83-102. Distrito Federal, México. Comité Latinoamericano de Matemática Educativa
- Castro, G. (2007). *La analogía en la construcción del conocimiento, construyendo lo inversamente proporcional*. Tesis de Maestría no publicada, Unidad Académica de Matemáticas de la U.A.G., México.
- Cortés, G. (2003). *Relaciones cuadráticas entre las variables desde la Perspectiva matemática a partir de observaciones*. Tesis de Maestría no publicada, Unidad Académica de Matemáticas de la U.A.G., México.
- Galicia, A. (2004). *La construcción de lo exponencial, a partir de las prácticas sociales de modelación*. Tesis de maestría no publicada, Unidad Académica de Matemáticas de la UAG, México.
- Méndez, M. (2006). *Las prácticas sociales de modelación multilínea: Modelando un sistema de resortes*. Tesis de Licenciatura no publicada, Unidad Académica de Matemáticas de la U.A.G., México.
- Mochón, S. (1997). Modelos Matemáticos para Todos los Niveles. En R. M. Farfán, J. Lezama, A. Arellano, E. Oaxaca (Eds.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 11*, 42-45. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Suárez, L. y Cordero, F. (2005). *Modelación en Matemática Educativa*. En J. Lezama, M. Sánchez y J. Molina (Eds.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (18), 639-644. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Villa, J. A. y Ruiz, M. (2009). Modelación en Educación Matemática. Una mirada desde los Lineamientos y Estándares Curriculares Colombianos. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* (27), 1-21.