

EL LABORATORIO VIRTUAL DE CIENCIAS, UNA EXPERIENCIA INTERCULTURAL

César López Godoy, Marisol Juárez Calderón, Jaime Arrieta Vera

FACULTAD DE MATEMÁTICAS, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

cesar@lavcibas.com, marisol@lavcibas.com, jaime.arrieta@gmail.com

Resumen. *En este artículo damos cuenta de una experiencia de modelación en ambientes virtuales e interculturales con uso de software de simulación y una plataforma llamada Laboratorio Virtual de Ciencias. Con esta investigación intentamos contribuir a la caracterización, desde la socioepistemología, de las prácticas de modelación virtual, las cuales, planteamos, son diferentes de las prácticas de modelación presencial, en ese sentido, damos evidencia de algunas diferencias que hasta el momento hemos encontrado, así como la forma en que influye la carga cultural de los actores involucrados.*

Palabras Clave: Modelación virtual, interculturalidad, simulación.

Introducción

El surgimiento del conocimiento matemático ha estado ligado, en ciertos casos, con el ejercicio de la modelación. El estudio de diferentes fenómenos de la naturaleza ha sido fuente de conocimientos matemáticos. Por ejemplo, Galileo a partir de experimentar con fenómenos de la naturaleza, pudo demostrar varios teoremas sobre el centro de gravedad de ciertos sólidos o enunciar leyes como la de la Caída de los Cuerpos, Isaac Newton por su parte, en su obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, enuncia las leyes de la dinámica y de la gravitación universal, surgidas a partir de la observación de la naturaleza.

De esta forma, mientras que históricamente la experimentación ha sido fuente de conocimientos, resulta preocupante observar que actualmente, en la enseñanza de las ciencias, se pretenda el aprendizaje sin laboratorios, sin la interacción con fenómenos que propicien el interés de los estudiantes por aprender ciencias, resolviendo problemas

artificiales o ideales, los cuales están exentos de lo que llamamos *ruido en datos respecto a una teoría*, interactuando solamente con entes algebraicos y numéricos, los cuales carecen de significados relevantes para los estudiantes.

Ante esta problemática, planteamos volver la vista a los orígenes de la ciencia moderna, revalorar el papel de la experimentación en la generación de conocimiento, relacionar a las ciencias y a las matemáticas con prácticas diferentes a las que actualmente las enlazan; para ello, proponemos a las prácticas de modelación como un vínculo que las articule.

La modelación matemática es reconocida como una práctica científica y ha sido incorporada a la enseñanza de las matemáticas por la diversidad de significados que aporta (Blum et al, 1989 citado por Suárez y Cordero, 2004).

La modelación, desde nuestra perspectiva, es entendida como una práctica que ejercen diversas comunidades, y que adquiere particular significado en el laboratorio. Estas prácticas de modelación parten de la manipulación de un fenómeno, llegando a la elaboración de constructos, llamados modelos, necesarios para su predicción y entendimiento. En este proceso los estudiantes construyen sus conocimientos matemáticos como herramienta para realizar su actividad, de igual forma, establecen versiones del fenómeno que se constituyen como su conocimiento científico.

En múltiples comunidades, la modelación está presente en varias formas; por ejemplo, el médico recurre a la modelación al diagnosticar a sus pacientes por medio de los resultados de estudios cardiovasculares, hematológicos, etc.; el ingeniero civil, al realizar estudios de resistencia de materiales, estimaciones, etc. Esta práctica posibilita a ciertas comunidades de profesionistas a predecir lo que sucederá en el futuro con cierto grado de precisión, así como optimizar procesos y tomar decisiones.

El interés por el estudio de las prácticas de modelación de diversas comunidades, lo constituye el intento de construir diseños de aprendizaje basados en estas prácticas, con posibilidades de incorporarlos al aula de matemáticas.

En estudios realizados con el propósito de integrar las prácticas de modelación a los sistemas escolares, encontramos diversas dificultades, siendo una de ellas, la ausencia de

laboratorios o de instrumentos de medición, (dada por factores como el económico, pues mantener un laboratorio de prácticas representa un gasto que no todas las instituciones educativas pueden cubrir), lo que dificulta la reproducción de los fenómenos a modelar, así como la falta de una cultura que incorpore los recursos tecnológicos a la actividad matemática. Como una alternativa, diseñamos software para calculadoras y computadoras que simula los fenómenos, al cual hemos llamado **Laboratorio Virtual de Ciencias (LVC)**, sin embargo, este nuevo escenario modifica el carácter de las prácticas. Es por esto que estudiamos las *Prácticas de Modelación Virtual*, las cuales devienen de las prácticas de modelación al modificar el contexto de su ejercicio y con ello adquieren características particulares.

El escenario que propone el LVC incorpora actividades que en otros escenarios no eran posibles, una de las cuales es la interacción a distancia. De esta forma podemos confluir un grupo de personas en un espacio virtual y, con cargas culturales diferentes, interactuar en el ejercicio de la modelación. Este es un ambiente propicio para el estudio de la interculturalidad, planteamos que es posible estudiar la relación cultural de los actores mediante su interacción a través de la plataforma en línea del LVC.

El LVC está conformado por diversas aplicaciones de software, que actualmente desarrollamos, las cuales simulan fenómenos de la naturaleza. El software atiende los objetivos de los diseños de aprendizaje y se valida en función de ellos. El LVC intenta ser un espacio que, entre otras cosas, coadyuve a resolver el problema de la ausencia de laboratorios, incorpore la utilización de medios tecnológicos en los procesos educativos y vincule las matemáticas con el resto de las ciencias.

Metodología

El objetivo de nuestra investigación es estudiar las prácticas de modelación en escenarios virtuales e interculturales. Para ello se conformó un grupo de estudiantes latinoamericanos que participaron en la puesta en escena, en un escenario virtual y a distancia, de un diseño

de aprendizaje basado en la modelación lineal, *“Modelando la elasticidad de los resortes”* (Arrieta, 2003).

El grupo de trabajo lo conformaron investigadores en el campo de la Matemática Educativa de México, Brasil y Colombia, los cuales fungieron como coordinadores en cada uno de sus centros de trabajo. Las instituciones participantes fueron:

- Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Matemáticas, nodo Acapulco.
- Instituto Tecnológico de Acapulco.
- Universidad de La Sabana, Colombia.
- Universidad de São Paulo, Brasil.

Se conformaron cuatro equipos de trabajo, y en este reporte se citan algunos episodios seleccionados de sus producciones en el Chat del LVC.

Se estableció una planeación que implicó la coordinación de los diferentes husos horarios y la verificación de los recursos tecnológicos, de tal manera que a la cita en el LVC los participantes acudiéramos a la hora pactada sin contratiempos.

En las salas del LVC se reunieron los estudiantes participantes, un coordinador académico, un auxiliar técnico y observadores.

Las evidencias recabadas son las transcripciones del Chat del LVC y las producciones de los actores. Para su análisis se consideraron las puntualizaciones de los observadores.

La determinación de los episodios se hizo con base en el objetivo de la investigación y al análisis predictivo del diseño.

Una vez que los actores ingresan a sus salas virtuales, se encuentran con sus demás compañeros e inician las actividades del diseño propuesto. Cabe destacar que las actividades se llevan a cabo de manera colaborativa, y en tiempo real, compartiendo una misma mesa de trabajo virtual, en la cual todos pueden ver lo que hacen los demás.

Se efectuaron tres sesiones con una duración aproximada de tres horas, lo cual dependió del desempeño del equipo de trabajo, el equipo de cómputo y de las condiciones del tráfico circulante por la red Internet.

Resultados y discusión

Lo presencial organiza implícitamente el actuar, en lo virtual la organización se debe acordar

En el laboratorio presencial no es posible que dos personas tomen la misma pesa o que alguien la quite del portapesas cuando este midiendo otra persona. El laboratorio presencial impone un orden que no existe en el laboratorio virtual, éste hay que acordarlo. Los estudiantes acuerdan tener un orden para trabajar en el laboratorio virtual, como se evidencia en el siguiente episodio.

Episodio 1. Hay k coordinarnos

El siguiente episodio es parte del discurso del equipo 1:

<roberto> dice: hey no se estira

<juan> dice: k pasa

<magali> dice: sugerencia, coloquen una regla para medir cuanto se estira el resorte

<roberto> dice: hey no lo kiten

<roberto> dice: hey que alguien decida kien va a usar la regla pues

<jenny> dice: **miren hay k coordinarnos**

<juan> dice: **yo coloco los resortes**

<roberto> dice: kien esta usando la regla?

<linda> dice: Pónganse de acuerdo

<raul> dice: estoy de acuerdo

<roberto> dice: **a ver yo lo hago y ustedes miran vale**

Episodio 2. Se cada um mexer sem avisar os outros não iremos a lugar algum

El siguiente episodio es parte del discurso del equipo 3:

<carlos> dice: **Algum de nos deve anotar na tabela** de dados estas informações para prosseguirmos. **Creio ser melhor determinarmos um para modificar a estrutura e um para anotar, pois se cada um mexer sem avisar os outros não iremos a lugar algum.**

<francis> dice: me parece lo que dice carlos

<francis> dice: **yo puedo anotar los datos**

<lety> dice: si

<carlos> dice: É melhor posicionarmos a regua com o começo da mola, e analisarmos sempre a distenção da ponta ao fim da mesma, a fim de evitar erros.

<maricela> dice: esta bien

<lety> dice: ok

<francis> dice: Carlos, acomoda la regla

<lety> dice: comenzaremos de nuevo?

<carlos> dice: **Lety, coloquei a regua** o mais alto posivel, que creio ser o mais proximo do inicio da mola. O que acham?

<alberto> dice: **yo coloco la pesa**

<lety> dice: ahi o mas arriba?

<francis> dice: Ahi esta bn la regla

<lety> dice: ok

<alberto> dice: y opino lo mismo que lety. Comencemos de nuevo

Después de comenzar sin una organización previa los integrantes de los equipo se dan cuenta que es necesario establecer un orden. Una vez acordado este, comienzan de nuevo a experimentar y a tomar los datos. Los equipos establecen diferentes organizaciones, mientras en una sala un integrante es el que manipula los instrumentos y los demás toman datos, en otra, se reparten las tareas.

El idioma no establece una barrera para la comunicación

Los integrantes del equipo tres no tienen problemas al comunicarse en dos idiomas, portugués y español, no hace ninguna referencia a no entenderse.

<jarrieta> dice: Carlos escribirá en Portugués y los demás en español, así que haremos un esfuerzo por comprendernos

<alberto> dice: ok

<maricela> dice: ok

<carlos> dice: ok

Sin embargo si tienen presente los diferentes idiomas.

<carlos> dice: modifiquei a tabela de dados. O fiz em portugues, creio se rmais correto alguém mudar para a lingua da maioria.

(modifiqué la tabla de datos, lo hice en portugués, creo que sería mas correcto que alguien la traduzca al lenguaje de la mayoría)

Los actores participan poniendo de manifiesto su carga cultural

Por otra parte, la cultura de cada participante afecta e influye en sus demás compañeros al resolver las actividades planteadas. Cada uno de ellos trata de defender su postura respecto a cómo llegar a una solución ante una determinada pregunta planteada. De esta forma, por ejemplo, ante la pregunta ¿cuánto se estirará el resorte con un peso de 50 gramos?, en un fenómeno de elasticidad de resortes, donde sólo hay pesas de 20 gramos, la primer estrategia de Ana, una estudiante colombiana de Ingeniería Industrial, fue, después de colocar pesos y tomar datos, obtener una ecuación de la forma $f = -kx$, que es la ecuación que modela la Ley de Hooke, mientras que, por otra parte, Blanca, una estudiante mexicana de Licenciatura en Matemáticas, encontró una regularidad proporcional entre los pesos y los incrementos de los estiramientos, de tal forma que trató de encontrar una ecuación de la forma $y = mx + b$, mientras que Gerardo, un estudiante mexicano de Licenciatura en Matemáticas, propuso tomar datos y encontrar patrones en la tabla.

En el siguiente episodio, además, se puede observar una discusión entre Blanca y Ana, las cuales tienen posiciones encontradas respecto a la Ley de Hooke, pues mientras Ana dice que los resortes tienen un comportamiento periódico, Blanca la cuestiona sobre el tipo de ecuación que usa (ecuación lineal).

Episodio 3. La ley de hook es $f=-k*x$

El siguiente es parte del discurso del equipo 2:

<imperilla> dice: **Bien, observen que pasa cuando se coloca una pesa de 50 gramos**

...

<mperilla> dice: Quien pudo colocar los 50 gramos?

<linda> dice: **No hay pesas de 10 gramos**

<mperilla> dice: Que sugiere

<gerardo> dice: **elaborar una tabla de datos y observar patrones**

<blanca> dice: **mm, trabajar con los datos que nos resultaron de tabla**

...

<ana> dice: **podemos apartir de mas datos encontrar una funcion que nos permita encontrar el comportamiento en 50 gr que es lo que necesitamos**

...

<ana> dice: **encontremos primero la constante del resorte con la ley de Hooke**

...

<magali> dice: aja, pero como obtengo la ley de hooke

...

<ana> dice: **la ley de hook es $f=-k*x$**

<magali> dice: ahaa, y esa k que significa

<ana> dice: f es la fuerza que en este caso es el peso

<ana> dice: k es una constante que tienen todos los resortes

<ana> dice: x es la distancia

...

<gerardo> dice: **ok pero yo lo voy a seguir intentando a mi manera ver si me sale**

<blanca> dice: **por el comportamiento que veo en mi tabla se que se trata de una función lineal**

<magali> dice: **o que bien, como sabes ?**

<mperilla> dice: bien Blanca y los demas que observan en sus tablas

<blanca> dice: **por las diferencias**

<blanca> dice: **entre las y**

<magali> dice: que debe de cumplirse para que su comportamiento sea lineal?

<ana> dice: **los resortes no tienen un comportamiento lineal**

<ana> dice: **los resortes tienen un comportamiento periodico**

<magali> dice: <ana> dice: **la ley de hook es $f=-k*x$, tu ecuación dice que si**

<blanca> dice: **exacto**

<blanca> dice: **la ecuación que estas dando es lineal**

<blanca> dice: **ya que tiene como exponente al 1**

<magali> dice: pero ok, veamos primero cómo hallar la k y sustituyamos en tu ecuación ana, y luego veamos si es la misma que la de blanca

En el siguiente episodio, Neli, una estudiante de Licenciatura en Matemáticas de México, encuentra una regularidad en los incrementos de la tabla de datos, a su vez, debido a que no encuentra la forma de hacerse entender por el Chat, usa el correo electrónico como alternativa para hacerse entender por los demás participantes.

Episodio 4. Ya lo encontré!!!..... eureka

El siguiente es parte del discurso del equipo 4:

<neli> dice: **Ya lo encontré!!!..... eureka**

...

<neli> dice: **Dr. ya lo tengo**

<jarrieta> dice: Neli que encontraste, ya hasta me asustaste

...

<neli> dice: **bueno Dr., lo que pasa es que los datos que tengo son los siguientes**

<jarrieta> dice: Ya los tengo, también

<neli> dice: **0--2.4, 20--3.1, 40--3.8, 60--4.5, 80--5.2, 100--5.9, 120--6.6, 140--7.4, 160--8.1, 180--8.8, 200--9.5, 220--10.2, 240--10.9, 260--11.7, 280--12.4, 300--13.1 y 320--13.8**

<jarrieta> dice: Aja, y luego

<neli> dice: **Bueno lo que observe que cuando tenemos el valor número 8 que es 140--7.4, nos da que es 0.8, por que $7.4-6.6=0.8$ no?, bueno cuando tenemos el valor**

<isabel> dice: pero sigue siendo 0.7???????

<axel> dice: yo creo k seguimos =

<isabel> dice: el valor constante de aumento

<lisset> dice: yo tambien jaja

<isabel> dice: que dice profe?

<lety> dice: si

<neli> dice: **260--11.7 tambien nos da 0.8, por que $11.7-10.9 = 0.8$**

<neli> dice: **necesito una tabla para poder explicarlo**

<neli> dice: ***se lo puedo mandar a sus correos y darle la explicacion???????***

<jarrieta> dice: a ver intenta sí. por fa

Los actores tienen más herramientas disponibles a su alcance

Al estar en la realización del experimento, los actores buscaron información y utilizaron software especializado como auxiliar para sus argumentaciones, lo cual no es posible hacer en una práctica presencial, donde los únicos recursos que tienen a la mano los actores son los que hay propiamente en el laboratorio.

Episodio 5. podríamos usar la ecuación k nos dio para usar winplot o ponerlo en una graficadora

<jarrieta> dice: pero me gustaría que antes de empezar la plática, graficáramos los datos que tenemos

<jarrieta> dice: en una hoja

<axel> dice: es una línea inclinada no?

<neli> dice: sí

<lety> dice: sí

<axel> dice: ***podríamos usar la ecuación k nos dio para usar winplot o ponerlo en una graficadora***

Episodio 6. En excel hiciste la regresión lineal ana?

<magali> dice: ***en excel hiciste la regresión lineal ana?***

<ana> dice: ***sí***

<magali> dice: y que significan esos, 0.04 y 0.035? según el experimento

<mperilla> dice: ***Ana que coloco en excell para hacer la regresión***

<magali> dice: y tu gerardo como ves?

<ana> dice: ***el error experimental***

La duración de las sesiones

Las sesiones de tres horas no fueron en lo más mínimo exhaustivas para los participantes, por el contrario, hubo quienes estuvieron tan inmersos en las actividades que perdieron noción de espacio-tiempo y se mostraron entusiasmados por seguir adelante con la actividad inclusive cuando se les indicaba que la sesión de ese día había concluido.

Episodio 7. Ya se kiere ir usted

<jarrieta> dice: **primero, una pregunta ¿ya están cansados?**

<lisset> dice: mmmmm ps

<isabel> dice: pues yo estoy un poco enferma de la garganta y con gripa

<axel> dice: **nop**

<lety> dice: **no todavía no**

<axel> dice: todavía toca estar hasta las 10:11 aquí en la pc

<isabel> dice: **no estamos haciendo un buen desempeño laboral?**

<lety> dice: **a eso se refiere?**

<axel> dice: **pues yo creo k no**

<axel> dice: **tardamos un monton en hacer una cosa tan sencilla**

<lisset> dice: sssiii x ke la pregunta

<jarrieta> dice: Claro que si, estan trabajando mucho muy bien

<isabel> dice: **sea sincero maestro**

<lisset> dice: ssiii confiese

<lety> dice: siii

<axel> dice: hehehe

<lisset> dice: **ya se kiere ir usted**

<jarrieta> dice: No, no me quiero ir,

La inclusión de la virtualidad, es decir, la no presencia física de los participantes, es un factor que desinhibe a los actores, la participación fue bastante alta, todos querían ser escuchados al expresar su punto de vista y cuando no estaban de acuerdo con alguien más, lo cuestionaban directamente.

Conclusiones

Pudimos observar la acción que ejerce la interculturalidad en torno al ejercicio de una práctica de modelación. Interculturalidad, desde nuestra perspectiva, involucra formación de identidad diferente, ideologías diferentes, perspectivas diversas, confluyendo en un mismo espacio, viéndose y tratándose unos a otros desde un plano de igualdad, respetando siempre esa diversidad que es su esencia misma.

El peso intercultural más importante estribó en las diferentes formaciones académicas de los estudiantes, lo cual se reflejó en las estrategias que utilizaron para responder a los cuestionamientos hechos por el coordinador académico.

Hay elementos que indiscutiblemente no es posible reproducir en las simulaciones, uno de ellos es la organización de los actores, la cual es inherente a las prácticas de modelación presencial, mientras que en las prácticas de modelación virtual, surge como una necesidad, pues es fundamental la organización para llevar a cabo las actividades planteadas, lo cual obliga a los participantes a tener un orden respecto a quién manipula ciertos objetos del simulador.

La facilidad que brinda el simulador al estar disponible para que el experimento pueda realizarse una y otra vez sin temor a desgastar o estropear el material, propicia que los estudiantes no lo dejen de lado para pasar a encontrar la ecuación que modela dicho fenómeno, por el contrario, los actores nunca se separaron del experimento y hubo ocasiones en que lo repitieron hasta tres veces para llegar a acuerdos sobre la toma de los datos, lo cual es difícil que se pueda dar en una práctica de modelación presencial.

El realizar una práctica de modelación a través de un medio virtual, a través de Internet y en tiempo real, propicia que los actores tengan más recursos a su alcance, para obtener e intercambiar información y usarla para reforzar sus argumentaciones, como son las bibliotecas en línea, software especializado y correo electrónico, por mencionar algunos.

También se demuestra que los medios tecnológicos acercan a las culturas, lo que propicia el aprendizaje colaborativo, desapareciendo barreras como las geográficas y de idiomas, pues

aun cuando esperábamos que el entendimiento entre los estudiantes brasileños con los colombianos y mexicanos fuera limitado por el idioma, esto no fue así, lo cual fue una grata sorpresa.

Por último, cabe destacar que esta es una investigación en proceso y los resultados obtenidos hasta el momento son los que se presentan. Sin embargo, esperamos continuar teniendo más experiencias que enriquezcan nuestro trabajo, las cuales compartiremos con toda nuestra comunidad.

Reconocimientos

Nuestro profundo agradecimiento a los siguientes investigadores que han colaborado para que esta investigación pueda llevarse a cabo, así como a sus respectivas instituciones: María Lilia Perilla Perilla, Universidad de La Sabana, Colombia; María Cristina Bonomi Barufi, Universidad de São Paulo, Brasil; Gabriela Buendía Ábalos, Universidad Autónoma de Chiapas, México; Esther Ansola Hazday, CUJAE, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba.

Bibliografía

Arrieta, J. (2003). *La modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis Doctoral no publicada. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav, México.

Juárez, M. (2006). *Las prácticas de modelación virtual como auxiliar en la enseñanza de las Ciencias, un caso de estudio: La construcción del Simulador de Elasticidad de Resortes (SER) para la calculadora ClassPad 300 de Casio®*. Tesis de Licenciatura no publicada. Instituto Tecnológico de Acapulco, México.

López, C. (2005). *El Laboratorio Didáctico de Matemáticas (LDM): Un software elaborado para la construcción de conocimiento matemático en el aula*. Tesis de Licenciatura no publicada. Instituto Tecnológico de Acapulco, México.

Morales, T., Peralta, F. (2006). *La simulación del fenómeno de caída libre, una aplicación para la calculadora ClassPad 300 de Casio. Software para el ejercicio de prácticas de modelación virtual*. Tesis de Licenciatura no publicada. Instituto Tecnológico de Acapulco, México.

Suárez, L., Cordero, F. (2004). *Modelación en matemática educativa*. Recuperado el 16 de enero de 2007, del sitio Web del Departamento de Matemática Educativa del Cinvestav, IPN: <http://www.matedu.cinvestav.mx/>