

HERRAMIENTAS, ARGUMENTOS Y PROCESOS EN PRÁCTICAS DE SIMULACIÓN

Melvis Ramírez Barragán y Jaime Arrieta Vera

Universidad Autónoma de Guerrero - Unidad Académica de Matemáticas.

México

rbmelvis1789@gmail.com, jaime.arrieta@gmail.com

Resumen. Este reporte es parte de una investigación en curso que estudia prácticas de simulación y las herramientas que se construyen para su ejercicio, esta se desarrolla en el marco de la socioepistemología. La simulación se entiende como prácticas recurrentes de diferentes comunidades con la intencionalidad de describir fenómenos a partir de sus modelos. En este trabajo solo abordamos la simulación de fenómenos considerando modelos lineales, para ello analizamos dos puesta en escena de un diseño de aprendizaje con estudiantes de nivel medio superior y de posgrado. Reportamos las herramientas, procesos y argumentos de los actores al simular

Palabras clave: Práctica de Simulación, socioepistemología, herramientas

Abstract. This report is part of an ongoing investigation that studies simulation practices and tools that are built for exercise, this takes place in the framework of the socioepistemology. The simulation is defined as recurrent practices in different communities with the intention of describing phenomena from their models. In this paper we address only the simulation of phenomena considering linear models, for this look at two staging of learning design students from high school and graduate. We report the tools, processes and arguments of the actors to simulate

Key words: Simulation practices, socioepistemology, tools

Introducción

La Simulación

La simulación se ha implementado en las actividades académicas de algunas áreas de estudio. Se recurre a la simulación como metodología de enseñanza-aprendizaje, herramienta de investigación, para la evaluación, para la toma de decisiones, entrenamiento, o *para el estudio de fenómenos a partir modelos de comportamientos*.

Una de las áreas que emplea la simulación como una metodología de enseñanza-aprendizaje es la medicina. Según Ardanza y Salas (1995), “La simulación consiste en situar a un educando en un contexto que imite algún aspecto de la realidad y en establecer en ese ambiente situaciones, problemáticas o reproductivas, similares a las que él deberá enfrentar con individuos sanos o enfermos, de forma independiente, durante las diferentes estancias clínico-epidemiológicas o las rotaciones de su práctica pre-profesional (internado)” (sección de Fundamentos, párr. 1). El ejercicio de esta práctica de simulación permite que los estudiantes se prepararen profesionalmente sin necesidad de poner en peligro la vida de las personas, generando experiencias profesionales y desarrollo de capacidades para la toma de decisiones pertinentes.

En aviación se recurre a la simulación de forma similar que en medicina, *sitúan a los futuros pilotos en un vuelo normal o en posibles situaciones problemáticas* a las que el piloto tenga que enfrentar, esto ayuda a tomar decisiones pertinentes ante las situaciones. La simulación se realiza a partir de un simulador de vuelos que se desarrolló a partir de la modelación de comportamientos del

fenómeno de vuelo, posteriormente los ingenieros en informática *toman dichos modelos para crear un programa que simule cada comportamiento del fenómeno*, y con esto se elaboran espacios virtuales que lo simulen. Es decir, la simulación es una forma de abordar el estudio de cualquier sistema *dinámico real en el que sea factible poder contar con un modelo de comportamiento* y en el que se puedan distinguir las variables y parámetros que lo caracterizan.

Por tanto la simulación permite que un contexto se generen aspectos de un fenómeno donde se puedan establecer situaciones problémicas o reproductivas para el estudio de dicho fenómeno a partir de modelos de comportamientos del mismo.

Según la RAE simular es imitar algo, pero no se trata solo de imitar, en nuestro caso no se tratar solo de imitar fenómenos, sino de construir y emplear recursos, estrategias, herramientas, procedimientos que nos ayuden a intervenir en algún fenómeno. Los recursos, procedimientos y argumentos para simular son variados en las prácticas de simulación.

Las prácticas de simulación

La aproximación teórica con que se aborda este estudio tienes dos principios en la que se fundamenta, el primero es referente a la problemática que atiende la matemática educativa que es explicar cómo se construye conocimiento matemático y el segundo es que el conocimiento matemático no surgió para vivir en la escuela. En base a estos principios deseamos realizar aportaciones hacia la problemática de la matemática educativa y trabajar con una práctica como puente entre la matemática escolar y nuestro entorno.

Para ello proponemos las *prácticas de simulación* como puente, la cual caracterizamos como *prácticas recurrentes y vivenciadas por diferentes comunidades con la intención de desplegar las posibilidades del fenómeno sin que este suceda, a partir de la manipulación de los parámetros de sus modelos*. Por ejemplo un agente de ventas de autos recurre a la simulación créditos para vender, los meteorólogos recurren a la simulación del clima para pronosticar el clima, los ingenieros civiles simulan las cargas que soportarán ciertas vigas, entre otros.

La simulación evoca la descripción de un fenómeno a partir de sus modelos, descripción en el sentido de la utilización de recursos para dar una idea aproximada del fenómeno, haciendo la distinción entre la simulación y el fenómeno.

Esta investigación intenta aportar elementos para caracterizar las prácticas de simulación, específicamente las prácticas de simular fenómenos a partir de modelos lineales. Para ello elaboramos diseños de aprendizaje, donde los actores de las puestas en escena simulen fenómenos

a partir de modelos lineales, proporcionando evidencias de las herramientas que utilizan los actores al simular, los procedimientos, y los argumentos que esgrimen.

Metodología de la investigación

Esta investigación tiene como metodología a la ingeniería didáctica. Los actores que participan en las puestas en escena de los diseños de aprendizaje son estudiantes de dos niveles: bachillerato y profesorado.

Los actores de nivel bachillerato son 18 estudiantes cuya edad es entre 15 y 18 años, quienes forman parte de un Club de Matemáticas del Centro de Estudios Tecnológicos Industriales y Servicios (Ctis) N° 116 del Puerto de Acapulco del estado de Guerrero. Los estudiantes de Profesorado en Matemáticas que participan son 14 estudiantes de la Universidad Católica Silva Henríquez de Santiago de Chile de un curso de modelación.

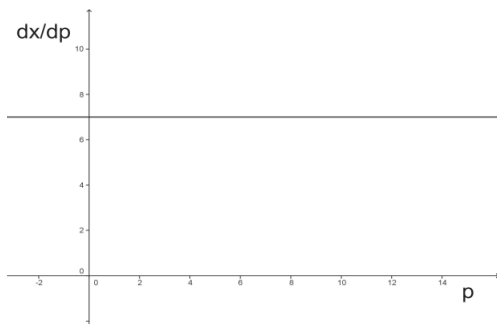


Figura 1. Modelo gráfico diferencial de la elasticidad de un resorte.

p	$\frac{dx}{dp} = 7$
0	–
20	1.3
30	1.1
45	1.4
75	1.2

Figura 2. Modelo numérico diferencial de la elasticidad de un resorte.

Para esta investigación los grupos de estudiantes se organizaron en equipos para generar trabajo colaborativo. El número de integrantes de los equipos variaron de dos a cinco personas de acuerdo a la cantidad de alumnos que conformaban el grupo.

Las puestas en escena de los diseños de aprendizaje fueron posteriores a trabajar con los diseños de modelación de la elasticidad de resortes propuestos por Arrieta (2003). Los diseños para esta investigación están soportados en la simulación de la elasticidad de resortes a partir de modelos diferenciales como las gráficas diferenciales, tablas y/o ecuaciones diferenciales. En los diseños se les solicita a los actores reproducir el fenómeno de elasticidad a partir de los modelos diferenciales dados.

Los medios utilizados para recoger información y evidencia de las exploraciones realizadas con los actores son grabaciones de audio y video, fotografías y producciones escritas por los propios estudiantes.

Diseño de aprendizaje

El diseño consiste en la descripción de la elasticidad de resortes a partir de modelos diferenciales. Consta de tres fases, en la primera se considera como modelo la ecuación diferencial $\frac{dx}{dp} = 7 \text{ mm/gr}$, de la elasticidad de un resorte y se solicita a los estudiantes reproduzcan el fenómeno; en la segunda fase se considera como modelo de partida una gráfica diferencial (figura 1), para la simulación del resorte; y en la tercera fase la simulación se inicia considerando una tabla diferencial de datos con ruido (figura 2) (García 2011).

Análisis de las producciones de la puesta en escena, simulación a partir de la ecuación diferencial

En la primera fase se solicita a los estudiantes simular la elasticidad de un resorte a partir de uno de sus modelos, la ecuación diferencial $\frac{dx}{dp} = 7 \text{ mm/gr}$.

Los estudiantes reproducen el fenómeno utilizando como recurso inicial el lenguaje natural, es decir describen con sus propias palabras el comportamiento del fenómeno de acuerdo al modelo: “por cada gramo que le vayas poniendo al resorte va ir aumentando 7 milímetros”, “el resorte aumenta su longitud en 7 mm por gramo”.

Posteriormente utilizan un segundo recurso para simular, las tablas de datos (figura: 3 y 4). Construyen la tabla de datos calculando los valores de las posiciones del resorte a partir de la ecuación diferencial. Un punto de discusión a resaltar es respecto a la posición inicial que no es proporcionada por la situación. El incremento en el peso que se coloca en el portapesas lo consideran constante, por ejemplo, en el caso de la figura 3 y 4, el incremento es de 1 gramo.

Gr.	mm.
1	7
2	14
3	21
4	28

Figura 3.

mm	gr
20	0
27	1
34	2
41	3
48	4
55	5

Figura 4.

Simulación numérica de estudiantes de nivel medio superior.

Con los datos obtenidos en su tabla, los estudiantes optaban por utilizar como recurso para simular a las gráficas, construyen modelos gráficos lineales, como por ejemplo el que se muestra en la figura 5.

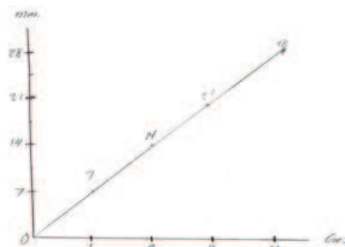


Figura 5. Simulación gráfica de estudiantes de nivel medio superior.

Análisis de las producciones de la puesta en escena, simulación a partir de la gráfica diferencial

En la segunda fase, el modelo de partida para la simulación es la gráfica diferencial dx/dp – peso (Figura 1). Se observa que el peso aumenta pero la razón de cambio se mantiene, es decir es constante. Los recursos iniciales son los numéricos. Construyen tablas de datos a partir de los datos que proporciona la gráfica diferencial.

Análisis de las producciones de la puesta en escena, simulación a partir de la tabla diferencial

En esta fase se solicita a los estudiantes reproduzcan el fenómeno a partir de una tabla diferencial (figura 2). En esta fase algunos alumnos tienen dificultades para comprender los datos de la tabla por los efectos del ruido en los datos, ya que las razones de cambio varían.

p	$\frac{dx}{dp}$	x
0	--	0
20	1.3	26
30	1.1	37
45	1.4	58
75	1.2	94

Figura 6. Simulación de los estudiantes a partir del modelo numérico diferencial de la elasticidad de un resorte.

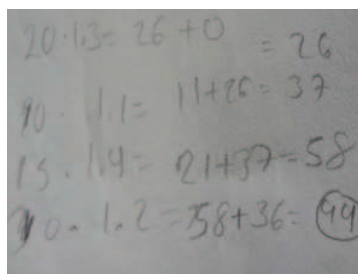


Figura 7. Proceso de los estudiantes al simular a partir del modelo numérico diferencial de la elasticidad de un resorte.

Un equipo de estudiantes propone la tabla de la figura 6. El procedimiento que utilizan para construirla es primero considerar una posición inicial, generalmente consideran el cero. Posteriormente multiplican el incremento de p por la razón de cambio y se la suman a la cantidad anterior de la columna x , como se muestra en la figura 7. Por ejemplo, para determinar la posición con 30 gramos, multiplican el incremento de p , o sea 10 gramos, por cuanto se estira por gramo, o sea 1.1 milímetro por gramo, y lo suman a la distancia que ya llevaban, 26, dando como resultado 37.

El recurso algebraico que formularon para obtener los datos es el que se muestra a continuación.

$$\text{Posición inicial} \longrightarrow \Delta p \longrightarrow \Delta p \frac{\Delta x}{\Delta p} \longrightarrow \Delta p \frac{\Delta x}{\Delta p} + x_{n-1} \longrightarrow x_n = \Delta p \frac{\Delta x}{\Delta p} + x_{n-1}$$

Figura 8. Método para construir una tabla de datos que simule la elasticidad de un resorte a partir de un modelo numérico.

La discusión en la primera fase respecto de la posición inicial da la pauta para considerar que existe una constante que depende de la posición inicial. A partir de estos datos algunos equipos presentan como recurso de simulación la ecuación algebraica $x = 1.25p + c$. Para esto toman el promedio de las razones de cambio de la tabla proporcionada: “como tenemos diferentes razones de cambio, yo tomo el promedio y lo uso para plantear una ecuación, no va ser exacta pero es aproximada. Y c porque esta es una constante que no sabemos qué valor va a tener, no nos dicen que posición tiene cuando tiene cero peso”.

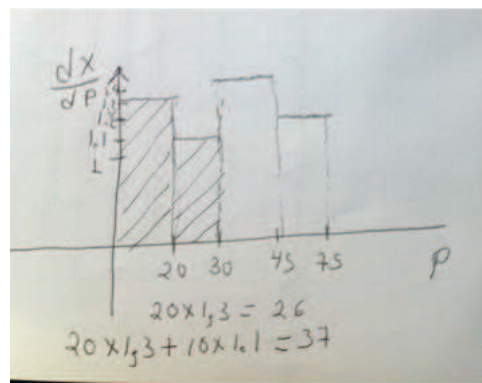


Figura 9. Simulación de la elasticidad de los resortes como suma de áreas de los rectángulos.

Es de gran relevancia la siguiente intervención de Camilo, un estudiante de profesorado: “Yo tengo otro método, graficas la tabla (figura 9) y luego inicias con cero. Luego colocamos 20 gramos y la tabla nos dice que se estira 1.3 mm por cada gramo, entonces son 26 milímetros. Que es lo mismo que multiplicar la base de este rectángulo por la altura, o sea el área. Bueno, luego, colocamos 10 gramos más. ¿Cuánto se estira? Pues nos indica la tabla que se estira 1.1 milímetros por gramo, o sea, 11 milímetros y se lo sumamos a lo que ya llevábamos. Nos da 37 milímetros. Es como sumar el área de los rectángulos”.

Posteriormente en otra participación Camilo agrega:

“Al principio no le entendía al método del equipo dos (figura 8) pero veo que es el mismo que el mío”.

Estas participaciones son muy relevantes porque articulan diferentes recursos, como los gráficos, numéricos y de lenguaje natural, con herramientas, procedimientos y argumentos para la simulación de la elasticidad de un resorte a partir de uno de su modelo numérico diferencial.

Conclusiones

Los estudiantes de bachillerato y profesorado que participan en la puesta en escena de los diseños de aprendizaje utilizan gráficos lineales, expresiones algebraicas (ecuaciones lineales), tablas de datos, pictogramas y lenguaje natural que dan muestra de la diversidad de los recursos para la simulación. Las herramientas que construyen están relacionadas con la integral de una ecuación diferencial, una gráfica diferencial y/o una tabla diferencial. Utilizan diferentes procedimientos en cada caso, es relevante el método expuesto en la figura 8 y el procedimiento de Camilo.

A pesar de que los estudiantes de profesorado ya han cursado un curso de cálculo diferencial e integral no relacionan sus procedimientos con el cálculo de integrales.

Los argumentos que emplean los estudiantes para justificar sus producciones son en cada caso diferentes y destacamos los argumentos que se refieren a darle sentido a la constante de integración como la posición inicial, o como la posición del portapesas cuando el peso es cero.

Los estudiantes construyen y utilizan herramientas, argumentos y procedimientos diversos que caracterizaremos en estudios posteriores.

Referencias bibliográficas

- Ardanza, P, y Salas, R. (1995). *La simulación como método de enseñanza y aprendizaje*. Rev. Cubana Educ Med Sup. Vol. 9(1-2)
- Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de la modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis doctoral no publicada. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN. México.
- García, C. (2011). *Prácticas y herramientas matemáticas en situaciones con ruido en los datos*. Tesis de maestría no publicada. Unidad Académica de Matemáticas, Universidad Autónoma de Guerrero, México.
- Mendez, 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, Universidad Autónoma de Guerrero, México.
- Ruiz, M., Pérez, M. (2002). *La Simulación como Instrumento de Aprendizaje*. En Actas XIII de la ASELE , Murcia.