



La simulación como método de enseñanza en la carrera Ingeniería de Sistemas

Simulation as a teaching method in the Systems Engineering career

✉ **Jaqueline Reyna Martínez Calderón**

rjmartinezcalderon@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7469-0911>

Universidad Técnica de Oruro. Oruro, Bolivia

Artículo recibido 02 de octubre de 2023 / Arbitrado 26 de octubre de 2023 / Aceptado 14 de diciembre 2023 / Publicado 01 de febrero de 2024

<http://doi.org/10.62319/simonrodriguez.v.4i7.29>

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo diagnosticar a los docentes de la carrera Ingeniería en Sistema sobre el conocimiento de la simulación como método de enseñanza. Se realizó una investigación descriptiva no experimental para evaluar el conocimiento de 12 docentes de Ingeniería en Sistemas sobre el uso de la simulación como método de enseñanza. Los resultados mostraron que el 50% de los docentes no había utilizado la simulación previamente. El 67% afirmó dominar el método, de los cuales el 33,3% consideraba que aceleraba el proceso de aprendizaje y el 25% que facilitaba la reproducción de situaciones específicas. El 75% de los docentes lo había utilizado en sus asignaturas, siendo el 92% en la evaluación, el 83% en la práctica docente y el 42% en la orientación de contenidos. Se concluye que la simulación es un método de enseñanza efectivo en la carrera de Ingeniería de Sistemas. Esta metodología permite a los estudiantes experimentar y comprender situaciones de la vida real de manera virtual, proporcionando un ambiente de aprendizaje práctico y realista.

Palabras clave:

Simulación, ingeniería en sistemas, método de enseñanza aprendizaje.

ABSTRACT

This article aims to diagnose teachers of the System Engineering career on the knowledge of simulation as a teaching method. A non-experimental descriptive research was carried out to evaluate the knowledge of 12 Systems Engineering teachers about the use of simulation as a teaching method. The results showed that 50% of the teachers had not used simulation previously. 67% claimed to master the method, of which 33.3% considered that it accelerated the learning process and 25% that it facilitated the reproduction of specific situations. 75% of teachers had used it in their subjects, 92% in evaluation, 83% in teaching practice and 42% in content orientation. It is concluded that simulation is an effective teaching method in the Systems Engineering degree. This methodology allows students to experience and understand real-life situations virtually, providing a practical and realistic learning environment.

Keywords:

Simulation, systems engineering, teaching-learning method.



INTRODUCCIÓN

La simulación es una de las herramientas más poderosas disponibles para los responsables en la toma de decisiones, diseño y operación de un sistema complejo. Ésta permite el estudio, análisis y evaluación de situaciones que de otro modo no sería posible analizar, por ello se han convertido en una herramienta indispensable para los ingenieros, diseñadores, analistas, administradores y directivos para la resolución de problemas. Permite diseñar un modelo del sistema real, realizar experimentos con este, a fin de comprender el comportamiento del sistema y evaluar las distintas estrategias operativas. Una de sus fortalezas es la capacidad de ensayar tanto sistemas reales existentes, como aquellos que aún no han sido materializados, es decir los que aún están en desarrollo.

La simulación, como una metodología aplicada, permite a) describir el comportamiento de un sistema y b) predecir su comportamiento futuro, es decir, determinar los efectos que se producirá en el sistema ante determinados cambios del mismo o en su régimen operativo. La simulación posee ventajas respecto de las soluciones analíticas dado que: a) Se pueden ensayar nuevos diseños y esquemas sin comprometer recursos adicionales de implementación, b) se puede usar para explorar nuevos procedimientos, reglas de decisión, estructuras administrativas y organizacionales, etc., sin interferir con la situación actual; c) se pueden detectar puntos críticos en flujos de materiales o información y probar nuevos procedimientos que mejoren tal situación y d) se usan para probar hipótesis sobre el comportamiento del sistema y ganar así conocimiento sobre el funcionamiento del mismo (Cataldi et al., 2013).

Sin embargo, a pesar de estas ventajas tiene algunos requerimientos, de los cual el modelador debe estar prevenido, entre ellos a) la simulación requiere de un entrenamiento y habilidades especiales, que se adquieren gradualmente, b) la simulación necesita de muchos datos de entrada altamente confiables; la adquisición de estos puede ser muy costosa en tiempo y dinero, la simulación nunca podrá compensar la mala calidad de los datos de entrada; c) La simulación es un modelo de entrada-salida, no resuelve el sistema, sino que lo corre con esos datos. Si los datos de entrada son malos, la salida será mala, o si el modelo no está bien descrito, la salida no se ajustará a la realidad. Un mal modelo puede llevar a decisiones equivocadas (Casanovas, 2005).

La simulación en la educación superior en general, como estrategia didáctica, permite la experimentación y el desarrollo de habilidades en los alumnos, al acercarlos a contextos similares, y propiciar mayor confianza y seguridad, necesarias para enfrentar determinadas experiencias y la comprensión y conocimiento en situaciones prácticas, mediante un trabajo sistemático de aproximación en la formación y el desempeño. Cuando la simulación se emplea en el proceso docente, requiere de la organización y concatenación del plan de estudios, mediante el programa analítico de las asignaturas, por lo que deben considerarse los requisitos y momentos clave para su empleo, a fin de que los educandos ganen experiencias en el manejo de los problemas de la vida real (Ledo et al., 2019).

Fernández (2005), considera que para que el proceso de simulación se considere a su vez un procedimiento metodológico para la enseñanza-aprendizaje, se sugiere que el mismo se desarrolle a través de etapas, que deberán ser contempladas en el diseño del entorno de aprendizaje, como son a) presentación de la simulación: se realiza por lo general, por medio de una representación esquemática del proceso o fenómeno a simular; con lo cual se ubica al estudiante en la parte de la realidad que se estudiará; b) emisión de hipótesis por parte de los estudiantes: deberá orientarse para que indiquen posibles comportamientos, cambios en los parámetros y potenciales resultados en el modelo a simular, estableciendo las condiciones

y los parámetros iniciales.

De este modo el poder predictivo de los estudiantes se puede tomar como indicador de sus conocimientos; c) determinación de las acciones óptimas: En esta etapa se determinan las acciones que los estudiantes deberían realizar ante una situación como la que se está modelando, estableciendo previamente las reglas a seguir y d) constatación de la efectividad del proceso de simulación, ello puede realizarse por medio de tareas que permitan aplicar a nuevas situaciones los conocimientos e instrumentaciones construidos durante el proceso de simulación. Ello incluye nuevas simulaciones, a partir de la modelación de procesos, o fenómenos de mayor complejidad.

La Carrera de Ingeniería de Sistemas, perteneciente a la Universidad Técnica de Oruro, en Bolivia, forma profesionales con un amplio dominio de conocimientos científicos en ingeniería, capaces de transformar una necesidad operacional en un sistema definido, mediante la determinación de requerimientos, análisis, síntesis, optimización del diseño y evaluación, utilizando procedimientos de retroalimentación y control de calidad, para incrementar la productividad, servicio y rentabilidad de las instituciones a la altura de los tiempos actuales y futuros.

El Ingeniero de Sistemas estará capacitado para la resolución de problemas complejos, para ello debe poseer habilidades en análisis, diseño e implementación de sistemas, para controlar, dirigir, supervisar y coordinar equipos de desarrollo y mantenimiento, que permitan optimizar procesos administrativos e industriales, es por ello que la carrera está comprometida en la formación del profesional integral, esto es, un profesional con sólida estructuración científico-técnica, enmarcada en una formación humanística social e investigativa.

Desarrollará la capacidad para idear, investigar, diseñar administrar modelos sistémicos y sistemáticos; sin embargo, no existe una estrategia metodológica científicamente fundamentada dentro del Plan de Estudios, que permita a los docentes hacer un uso adecuado de la simulación como método de enseñanza en la práctica docente, a pesar de que existen varias materias donde el estudiante necesita realizar la práctica con sistemas. Estos problemas, fundamentalmente, se deben a insuficiencias en la planificación organizativa y metodológica del docente.

En este trabajo se presentan los resultados de realizar un diagnóstico a los docentes de la carrera Ingeniería en Sistema sobre el conocimiento de la simulación como método de enseñanza, mostrando los resultados del caso de estudio “Simulación Dinámica para el Modelo de Planificación Forestal para la ciudad de Oruro”, lo que manifiesta la importancia de esta herramienta didáctica para fortalecer el trabajo metodológico y garantizar la formación de conocimientos, habilidades y modos de actuación superiores en los estudiantes, acordes a las exigencias de la profesión y su relación con el entorno.

MÉTODO

La presente investigación se enmarcó bajo un enfoque cuantitativo, con un nivel descriptivo y un diseño no experimental. La población estuvo conformada por los 12 docentes de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Facultad Nacional de Ingeniería de la Universidad Técnica de Oruro, Bolivia. La muestra es de tipo no probabilística, y se coincide con todos los miembros del total del espacio reconocido y obedece a los criterios de investigación. La investigación se realizó en la carrera de Ingeniería de Sistemas, de la Facultad Nacional de Ingeniería en la Universidad Técnica de Oruro, Bolivia.

Se aplicó un cuestionario a los docentes de la carrera, con el objetivo de determinar el nivel de conocimiento de los docentes acerca de la simulación como método de Enseñanza.

Se usó como técnica la entrevista a informantes clave, como el Jefe de Carrera y docentes sobre la aplicación e importancia de la Simulación como método de enseñanza en la práctica docente.

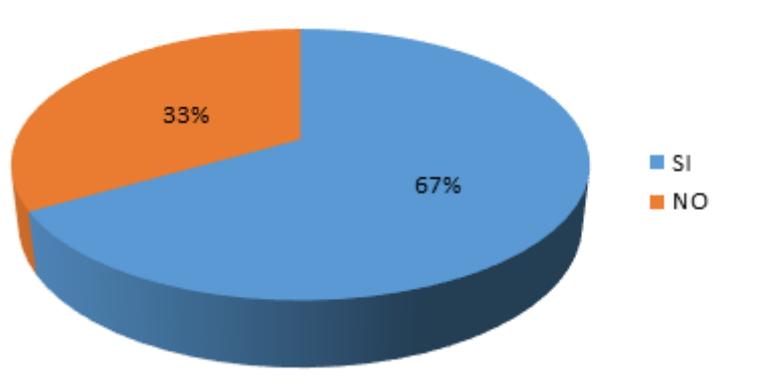
RESULTADOS

Al realizar un análisis sobre la experiencia previa de los docentes encuestados, el 50% notifica no haber tenido ninguna práctica docente previa a su participación en la carrera Ingeniería de Sistemas; seguido del 25% que refiere haber trabajado en pre y postgrado con anterioridad.

En el gráfico 1 se aprecia el conocimiento de los docentes en cuanto a la simulación como método para el proceso enseñanza–aprendizaje, tomado este, desde el punto de vista de conocerlo o no. Positivamente respondió el 67% de la muestra; lo que evidencia que existen insuficiencias en el conocimiento de la simulación.

Gráfico 1.

Conocimiento sobre la Simulación como método para el proceso enseñanza-aprendizaje.



Fuente: Elaboración propia.

Se hace trascendental el hecho de que los docentes, no solo tengan conocimiento de la simulación como un valioso método en el proceso enseñanza-aprendizaje, sino que sean capaces de implementar este recurso para enriquecer el proceso de formación de los Ingenieros de Sistemas. Los informantes clave apoyan la idea de que la simulación se ha convertido en un importante método para entender y buscar la relación entre saber, hacer y ser por lo cual el hecho de que los docentes conozcan el mismo los convierte en mejores docentes y contribuyen a mejorar la calidad de la formación de sus estudiantes.

Al analizar la explicación dada por los docentes en cuanto a su conocimiento sobre la simulación, el 100% consideró que es un método que permite acercar al estudiante a la realidad que deberá enfrentar en su práctica profesional, mediante el uso de situaciones simuladas, involucra al estudiante como sujeto activo de su aprendizaje, permite sustituir las situaciones reales por otras creadas artificialmente; el 33,3% manifiesta que permite acelerar el proceso de aprendizaje y el 25% que permite la reproducción de un determinada situación.

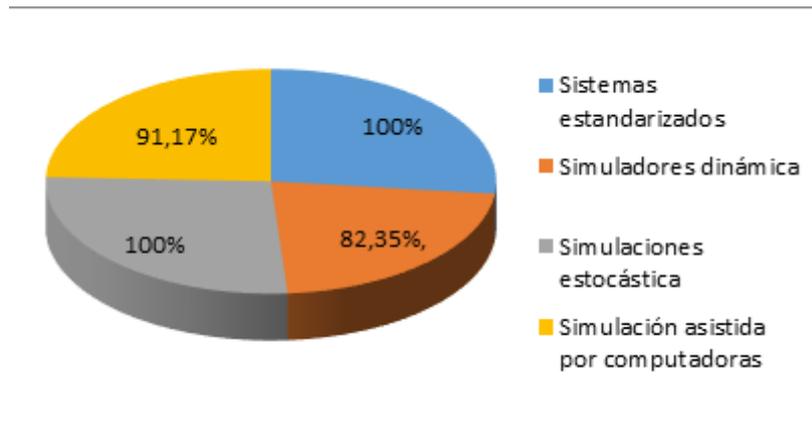
En el orden pedagógico, el hecho de conocer la simulación como un método en la enseñanza de la Ingeniería de Sistemas, ratifica que con la simulación se puede elevar la efectividad del proceso docente-educativo, se racionalizan esfuerzos, aumentan los incentivos para el aprendizaje, se hace más productivo

el trabajo del docente, favorece la asimilación y la retroalimentación del proceso y estimula la participación creadora del estudiante.

En el gráfico 2 se muestra que el 100% de los docentes conoce las variantes de sistemas estandarizados y simulaciones estocásticas, lo cual coincide, con lo que en la práctica diaria utilizan para enriquecer y fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje; el 82,35% domina los simuladores dinámicos, mientras que el 91,17% expresaron su conocimiento de la simulación asistida por computadoras como variante de simulación.

Gráfico 2.

Variantes de simulación conocidas por los docentes.



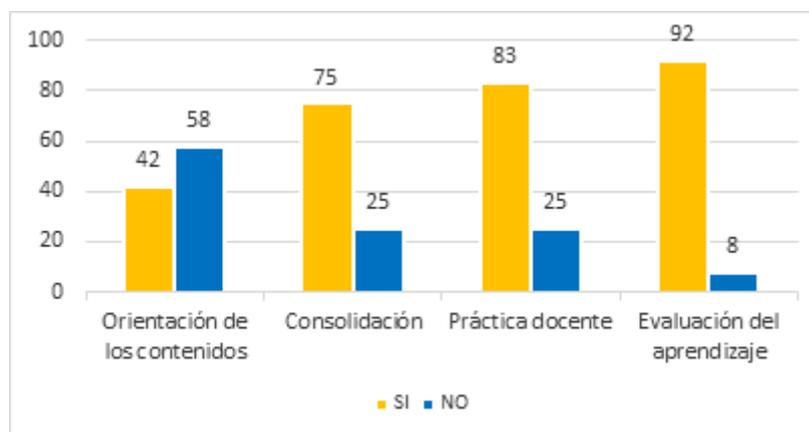
Fuente: Elaboración propia.

Del 100% de los docentes que refirieron conocer la simulación como método para la enseñanza-aprendizaje, el 75% de ellos la ha utilizado en su asignatura; mientras que solo el 25% contestó de manera negativa a esta interrogante.

En el gráfico 3 se muestra la utilización de la simulación según las diferentes formas organizativas de enseñanza, el 92% manifestó usarla que en la evaluación; seguido del 83% que la aplicó en la práctica docente y solo el 42% la empleó en la orientación de los contenidos. Se evalúa la frecuencia de utilización y se obtiene que el 58,33% de los docentes respondió haber usado siempre este método en la práctica, mientras que el 33,33% lo utilizaron la mayoría de las veces.

Gráfico 3.

Docentes según las formas organizativas de la enseñanza en que utilizan de la Simulación



Fuente: Elaboración propia.

La práctica docente permite la vinculación de los conocimientos teóricos recibidos en la orientación de los contenidos con los problemas a los que se enfrentan los estudiantes en el entorno, que en opinión del investigador y los informantes clave se puede llevar a cabo con una utilización planificada de la simulación, como apoyo a los métodos activos del aprendizaje, propiciando así un verdadero acercamiento del estudiante a la realidad objetiva que desempeñará como futuro profesional, lo cual sustenta la necesidad de una estrategia docente para emplear este método en el proceso docente.

Se obtiene la valoración de los docentes sobre la planificación de los contenidos analíticos, teniendo en cuenta las posibilidades que brindan para la utilización de la simulación en la práctica docente. Es interesante como el 67% de los docentes con conocimiento de simulación coincidieron en el hecho de que solo algunos de los temas permiten la utilización de este método en esta forma organizativa de la enseñanza, mientras que el 33% consideraron que en ningún tema las guías didácticas propuestas favorecen la utilización de la simulación en la práctica docente. Sin embargo, es significativo que el 100% de los docentes que expresaron tener conocimiento de la simulación, consideraron que la misma constituye un método valioso en el proceso enseñanza-aprendizaje.

El empleo de la simulación en cualquier ámbito educativo donde se pueda controlar, medir, perfeccionar y evaluar, facilita la enseñanza y mejora la perspectiva de aprendizaje del estudiante, ya que permite un juicio crítico, reflexivo, objetivo y aporta una conciencia social, así como una participación más activa. En cuanto a los argumentos que avalan la afirmación del valor que tiene la simulación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la mayoría de los docentes coinciden en que la misma familiariza al estudiante con la realidad a la que debe enfrentarse en la práctica laboral, facilita el desarrollo de habilidades en los estudiantes, permite su auto evaluación y lo prepara de forma idónea para el contacto directo con los sistemas reales. Se debe tener en cuenta que la simulación debe emplearse de manera planificada haciendo un correcto uso del contenido analítico de cada asignatura.

Del análisis de la entrevista a Informantes Clave se derivan los resultados que se describen a continuación. En primer lugar, la totalidad de los entrevistados coincidieron en que este método tiene un gran valor, en cualquiera de las asignaturas del Plan de estudios de la Carrera Ingeniería de Sistemas, ya que la simulación, tomada como una herramienta educativa que debe cumplir con el rigor del método científico, se ha constituido en una excelente práctica para entender y buscar la lógica relación entre saber, hacer y ser, con lo que se logra ser mejores docentes y estudiantes.

En segundo lugar, la mayoría hicieron alusión al uso de sistemas estandarizados y las simulaciones presentadas sin uso de tecnología, específicamente el manejo de problemas, pues ambas son variantes sencillas y asequibles tanto para el docente como para el estudiante y no requieren del uso de tecnologías costosas, como es el caso de los simuladores tridimensionales y la simulación asistida por computadoras. También manifestaron que estas dos variantes se encuentran más acordes a la experiencia docente.

En tercer lugar, la totalidad de los informantes clave encuestados estuvieron de acuerdo con la utilidad que tendría la elaboración de estrategias para aplicar la simulación como método. Además, consideraron oportuno enriquecer algunos elementos relacionados con la práctica docente, ya que la simulación contribuye a una mejor enseñanza y a la autogestión del aprendizaje por parte del alumno. En cuarto lugar, consideraron en su mayoría que, para evaluar la estrategia de aplicación de la simulación como método para la práctica docente, se deben utilizar los siguientes indicadores de control: a) Nivel de satisfacción de

los docentes; b) Nivel de satisfacción de los estudiantes y c) Resultado de las evaluaciones frecuentes.

El análisis y valoración de las fuentes teóricas consultadas, y la integración de estos criterios, con los resultados obtenidos mediante los métodos empíricos utilizados, así como la revisión del Plan de estudios de la Carrera Ingeniería de Sistemas, permitieron realizar la propuesta de una estrategia para utilizar de manera sencilla la simulación en la práctica docente.

Caso de estudio: Simulación Dinámica para el Modelo de Planificación Forestal para la ciudad de Oruro

En la propuesta de aplicación de la simulación dinámica para el Modelo de Planificación Forestal para la ciudad de Oruro, se tuvo en cuenta que es una técnica para construir modelos de simulación de sistemas a través de la cual es factible estudiar comportamientos futuros. En la Dinámica de Sistemas (DS), se combinan los conocimientos de expertos, las matemáticas y la informática. Una vez que el modelo DS es construido y las condiciones iniciales están especificadas, una computadora puede simular el comportamiento de las diferentes variables sobre el tiempo.

En la fase de conceptualización se determina el propósito del modelo, sus fronteras, su posible comportamiento y la naturaleza de los mecanismos básicos. Se define el propósito del modelo, que normalmente busca a) clarificar el conocimiento y entendimiento del sistema; b) descubrir políticas que mejoraran el comportamiento del sistema y/o c) capturar modelos mentales y servir como un medio de comunicación y unificación.

El problema identificado en el caso que se trabajó en la presente investigación está relacionado con la Forestación en el departamento de Oruro, el que presenta una serie de factores adversos que van desde el problema de inestabilidad climática (sequías, heladas), diversidad de tipos de suelos (suelos con alto índice de salinidad), especies no aptas a la zona, hasta el componente social o humano (población) como ente activador o destructor de cualquier programa de forestación.

En los viveros de la Honorable Alcaldía Municipal de Oruro se efectúa un trabajo técnico y científico, con el objetivo de elevar índices de producción. Como resultado de un análisis de la problemática del sector forestal en el departamento, se deduce que el problema central del sector forestal es la pérdida de la cubierta vegetal. El propósito del modelo es, entonces, determinar el nivel de árboles que puede haber en un determinado lapso de tiempo, bajo diferentes políticas de producción, permitiendo seleccionar la mejor en función al comportamiento del sistema.

La información generada por el modelo es útil a las autoridades, instituciones involucradas con el medio ambiente, para desarrollar un plan de acción de forestación. La aplicación del modelo de forestación está delimitada para el área urbana de la ciudad de Oruro.

En la tabla 1 se muestra la información que describe el comportamiento del sistema.

Tabla 1.

Cuadro general de plantines muertos, porcentaje de prendimiento y cantidad de plantines y árboles prendidos.

Gestión	Plantines Muertos	% Prendimiento	Cantidad de Plantines y Árboles Prendidos
2013	0	0	0
2014	6960	55	8510
2015	7071	68	27529
2016	9253	66	50347
2017	7809	59	61791

Fuente: Dirección de Forestación y medio ambiente H.A.M.O.

Los mecanismos básicos son los bucles de realimentación en el modelo y representan el conjunto más pequeño de relaciones causa-efecto reales, capaces de generar el modo de referencia, aunque también podría ser una simple historia que explique el comportamiento dinámico del sistema.

Para la simulación del modelo se estimaron y seleccionaron los valores iniciales. Se asumen valores nulos porque no se cuenta con información exacta de gestiones anteriores, la Dirección de Forestación inicia el control en la gestión 2013. La variable cantidad de plantines a sembrar es la producción anual de plantines en vivero, para la simulación, se fija esta cantidad en 65000 plantines por año (capacidad actual de los viveros).

Se simulan los valores de los niveles por edades de plantines para los 12 meses de cada año; el nivel de plantines muertos para 1, 2 y 3 años, donde pasan a ser refalle (reposición árboles) para ser plantados nuevamente; se muestra el comportamiento para los árboles con más de 3 años de vida; la cantidad de plantines y árboles prendidos que representa la suma de los tres años y árboles prendidos; se obtienen los valores de la variable porcentaje de prendimiento anual, las tasas de mortalidad mensual calculadas en función de la precipitación, temperatura y riego. Se determina que existe un comportamiento oscilante que se repite cada año, existe mayor mortalidad los meses de mayo, junio, julio y agosto de cada año, disminuyendo en los otros meses.

En la validación del modelo se comparan los datos simulados con datos históricos, para determinar si el modelo representa el comportamiento del sistema. Dada las características del sistema se tienen valores históricos de algunas variables del modelo que permiten realizar la comparación. Una trayectoria es el conjunto de valores que toma una variable a lo largo de un intervalo de tiempo. Para poder caracterizar brevemente una determinada trayectoria, se establece una tipología, pero debe tenerse en cuenta que en los estudios de sistemas complejos no se obtienen tales trayectorias teóricas, sino aproximaciones. Las maneras usuales de representar trayectorias son tres: a) una ecuación matemática, en donde el tiempo sea la variable independiente; b) una tabla o cuadro y c) un gráfico.

En el análisis comparativo de trayectorias de las series de valores observados y calculados, se observa que la trayectoria de la variable de plantines muertos, en este caso la diferencia entre las trayectorias mostradas, no son tan considerables.

La tabla 2 muestra la variación entre los valores históricos y simulados.

Tabla 2.
Datos de plantines muertos, simulados e históricos

Gestión (Año)	Plantines Muertos		
	Simulado (Arboles)	Histórico (Arboles)	Error (%)
2013	0	0	0
2014	6625	6960	5.06
2015	7177	7071	1.48
2016	9262	9253	0.09
2017	7726	7809	1.07

Fuente: Elaboración propia

La expresión de error empleada es la siguiente:

$$\left| \frac{x_r - x_o}{x_o} \right| * 100 \leq \varepsilon \quad \text{Ec. 4.1}$$

X_r = Valor real

X_o = Valor observado

ε = error

Esto permite afirmar que el modelo representa el comportamiento del sistema, siendo los valores observados semejantes a los reales. La validación se realiza sobre las variables de las que se dispone información histórica.

El análisis de sensibilidad estudia la variación de las variables endógenas ante variaciones pequeñas de los parámetros. Cuando las trayectorias son muy semejantes se dirá que el modelo es poco sensible al parámetro en cuestión, en caso contrario, se considera muy sensible. La sensibilidad puede cambiar a lo largo tiempo. El análisis de sensibilidad permite conocer la influencia de los parámetros sobre el comportamiento del modelo.

Los parámetros que varían en una proporción razonable son:

- Considerando que la humanidad toma conciencia sobre el cuidado de la ecología y el medio ambiente, las tasas de mortalidad tienden a disminuir:
 - Tasa normal de mortalidad de árboles, disminuye en 30% (de 0.000166 a 0.000116).
 - Tasa normal de mortalidad plantines de 1 año, disminuye en 30% (de 1.65% a 1.15%).
 - Tasa normal de mortalidad plantines de 2 años, disminuye en 30% (de 0.62% a 0.434%).
 - Tasa normal de mortalidad plantines de 3 años, disminuye en 30% (de 0.37% a 0.259%).
- Considerando que existe variación de los fenómenos climáticos, aumenta o disminuye los valores de las siguientes variables:
 - Precipitación media mensual aumenta en 10% (5 mm)
 - Temperatura mínima media disminuye en 1 °C
 - Temperatura media disminuye en 1°C.

La influencia de los parámetros sobre el comportamiento de plantines muertos es poco sensible a la variación de los mismos. Lo mismo ocurre sobre el comportamiento del prendimiento de árboles.

Una vez realizada la validación del modelo se puede afirmar que los valores simulados se asemejan a los datos históricos conocidos, por tanto, el modelo simula el comportamiento del sistema. El análisis de sensibilidad muestra que el modelo no es sensible ante pequeñas variaciones de las tasas, manteniendo las mismas trayectorias de las variables.

Este caso de estudio y otros semejantes, pueden formar parte de estrategias de enseñanza-aprendizaje contextualizada que incluyan la simulación, como puede ser el estudio de casos, la enseñanza in situ, entre otras.

DISCUSIÓN

Los espacios de educación superior se valen de una diversidad de métodos activos, como la simulación, los que se integran en innovaciones que tienden a lograr aprendizajes significativos.

Collazos y Castrillón (2019), diseñaron una metodología de enseñanza, utilizando simulaciones computarizadas para analizar su impacto sobre el nivel de satisfacción de los estudiantes con la enseñanza de fenómenos físicos. Se crearon cinco simulaciones sobre movimiento oscilatorio empleando el software GeoGebra, y se creó un cuestionario para motivar la exploración autónoma de las simulaciones. En el grupo control se orientaron los temas de forma tradicional y en el grupo experimental se combinó la metodología tradicional con el uso de las simulaciones. Se aplicó un test de Likert para medir el nivel de satisfacción de manera previa y posterior a la aplicación de la metodología. En las respuestas se presentó una variación porcentual del nivel de satisfacción que para el grupo control oscila entre $-5,0\%$ y $3,6\%$, y para el grupo experimental entre $1,3\%$ y 12% . Basado en los resultados se concluye que la metodología asistida por simulaciones computarizadas permite obtener una variación positiva en el nivel de satisfacción, mayor que con la metodología tradicional; se evidencia que existe una mejor respuesta de los estudiantes del grupo experimental, en comparación con el grupo control, a la disposición al aprendizaje práctico, ya que consideran que la metodología aplicada les permite explorar por su propia cuenta el comportamiento de los sistemas físicos estudiados; que los temas estudiados tienen aplicación práctica; prefieren aprender a través de contenidos multimedia más que con las clases tradicionales de tablero y marcador y les gustaría que otros docentes empleen herramientas similares a las utilizadas en esta asignatura. El grupo de control no tuvo cambios significativos con respecto a la evaluación realizada una vez terminó el periodo de evaluación.

Estudios como el realizado por Dinescu et al. (2010), han mostrado que existen diferencias significativas en los grupos experimentales, observando mayor eficiencia en la participación activa e interactiva, luego de la implementación de métodos de enseñanza didácticos. Otros estudios como Martínez et al. (2018), reportan que un alto porcentaje de sus estudiantes consideran que la utilización de las TIC facilita su aprendizaje, ya que prefieren aprender a través de contenidos multimedia que con las clases tradicionales y Tapasco y Giraldo (2017), informa que además estas aplicaciones son primordiales para los sistemas educativos actuales, a través de las cuales se puede lograr una mayor efectividad en el aprendizaje si se compara con los métodos de enseñanza tradicionales.

Por su parte, Huerta (2015; 2018), considera que la simulación como método de resolución de problemas para la enseñanza de la estadística, que es una de las asignaturas de la carrera Ingeniería de Sistemas, permite transformar un problema desde la ciencia formal a la ciencia factual en la que se puede experimentar como un problema simulado. Las hipótesis del problema original, que lo modeliza, se traducen en hipótesis estadísticas requeridas para su simulación. Las conjeturas formuladas en el problema original, finalmente, se convierten en hipótesis verificables por la experiencia al resolver los problemas simulados.

Para López (2020), la simulación debe comprenderse como la representación artificial de un proceso del mundo real con la suficiente autenticidad para conseguir un objetivo específico: favorecer el aprendizaje representando en lo posible un escenario más o menos complejo, y permitiendo la valoración de la formación de una determinada acción. De tal forma, la simulación debe integrar tanto los dispositivos técnicos o tecnológicos como también las actividades que imitan el entorno, es decir, la recreación realista de una situación, una imitación de una realidad compleja orientados a generar una experiencia mediada por la aplicación del conocimiento previos, análisis, procesamiento y apropiación de información nueva y, finalmente, generar nuevo conocimiento sin excluir el pensamiento crítico y la autonomía.

Moreno-Vallejo et al. (2019), utilizaron el simulador Packet Tracer como herramienta didáctica para la enseñanza de Frame Relay, el Control de Enlace de Datos de Alto Nivel (High-Level Data Link Control, HDLC) y protocolo punto a punto (PPP), con el objetivo de determinar el porcentaje de mejoramiento que se manifiesta en el proceso pedagógico de la asignatura Redes e integración, impartido en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Finalmente, se pudo comprobar que es positivo el aporte suministrado para la formación y asimilación de conocimientos, con respecto a la red de área amplia WAN, debido a que este conocimiento es fundamental al momento de manejar la información y controlar el envío de paquetes de datos a nivel global.

Sarmiento (2019), propone el diseño e implementación de un ambiente artificial educativo para la materia de redes donde se colocarían las temáticas, los talleres y ejercicios en la plataforma, los mismos están orientados en aprendizaje basado en problemas, usando la simulación como un método. Los resultados concluyeron que se potenció la enseñanza de las redes de computadoras, el fortalecimiento en las actividades experimentales, la interacción comunicativa y la motivación de los estudiantes.

Batista-Mendoza et al. (2023), obtienen resultado similar con la aplicación de una estrategia de enseñanza con el uso de simuladores de red para el mejoramiento del desarrollo de las competencias técnicas en los alumnos del curso de Teleinformática, impartido en modalidad virtual, de la carrera de Ingeniería en Informática de la Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación de la Universidad de Panamá. El 73.1% de los alumnos percibe que elevó las competencias técnicas; el 84.6%, consideran que el uso del simulador de red permite la comprensión de los conocimientos teóricos con la aplicación práctica a la hora de diseñar soluciones de conectividad, utilizando dispositivos tanto de redes LAN como WAN; el 88.5% de los alumnos estiman que les permitió desarrollar configuraciones correctas de cada uno de los dispositivos de la red; el 53.9% opina que sobrepasa las expectativas al momento de aprender a verificar el trabajo, probando la conectividad entre los dispositivos de comunicación; el 73% de los alumnos participantes percibieron que la estrategia de enseñanza les permitió desarrollar habilidades en el aprendizaje autónomo, contribuyendo a experimentar y aplicar sus conocimientos en un entorno flexible. Finalmente, la percepción de los estudiantes con respecto a la estrategia de enseñanza con el uso de simulador de red amplía las perspectivas a la hora de enfrentarse al mundo laboral, ya que se fortalecen las competencias técnicas en temas fundamentales tales como: topologías, protocolos de comunicación, reglas y estándares de red, transferencia de datos en la red entre otras.

CONCLUSIONES

Al realizar un análisis sobre la experiencia previa de los docentes encuestados, el 50% notifica no haber tenido ninguna práctica docente previa a su participación en la carrera Ingeniería de Sistemas. Solo el 67% de la muestra reconoce dominar el método, lo que evidencia que existen insuficiencias en el conocimiento de la simulación, de ellos el 100% consideró que es un método que permite acercar al estudiante a la realidad que deberá enfrentar en su práctica profesional; el 33,3% manifiesta que permite acelerar el proceso de aprendizaje y el 25% que permite la reproducción de una determinada situación.

El 100% plantea que conoce las variantes de sistemas estandarizados y simulaciones estocásticas, lo cual coincide, con lo que en la práctica diaria utilizan para enriquecer y fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje; el 82,35% domina los simuladores dinámicos, mientras que el 91,17% expresaron su conocimiento de la simulación asistida por computadoras como variante de simulación, siendo esta la de menor porcentaje.

El 92% manifestó usar el método en la evaluación; seguido del 83% que la aplicó en la práctica docente y solo el 42% la empleó en la orientación de los contenidos. Se evalúa la frecuencia de utilización y se obtiene que el 58.33% de los docentes respondió haber usado siempre este método en la práctica docente mientras que el 33.33% lo utilizaron la mayoría de las veces.

El 67% de los docentes con conocimiento de simulación coincidieron en el hecho de que solo algunos de los temas permiten la utilización de este método en esta forma organizativa de la enseñanza, mientras que el 33% consideraron que en ningún tema las guías didácticas propuestas favorecen la utilización de la simulación en la práctica docente.

Del análisis de la entrevista a informantes clave se deriva que la totalidad coincidieron en que este método tiene gran valor en cualquiera de las asignaturas y proponen evaluar la aplicación de la estrategia como método para la práctica docente, teniendo como indicadores de control, el nivel de satisfacción de los docentes, el de los estudiantes y el resultado de las evaluaciones frecuentes. Se presentan los resultados del caso de estudio “Simulación Dinámica para el Modelo de Planificación Forestal para la ciudad de Oruro”, que demuestra la importancia de esta herramienta didáctica para fortalecer el trabajo metodológico y garantizar la formación de conocimientos, habilidades y modos de actuación superiores en los estudiantes, acordes a las exigencias de la profesión y su relación con el entorno.

Finalmente, la simulación se presenta como un método de enseñanza innovador y altamente valorado por los docentes, que promueve el desarrollo de habilidades prácticas en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, por lo que se requiere mayor capacitación docente en el uso de herramientas de simulación, así como mejor dotación de equipamiento tecnológico, para que este método pueda implementarse de forma efectiva. Por ello, la inclusión progresiva de la simulación en las asignaturas permitirá complementar la formación teórica con experiencias de aprendizaje significativas y acercar a los estudiantes al entorno profesional.

