



SIMPOSIO INTERNACIONAL EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE (EDS) 2021

Empleo de los simuladores como articuladores de las asignaturas del currículo en la formación de ingenieros

Use of the simulators as articulators of the curriculum subjects in the training of engineers

Tatiana Rigal Permuy ¹

¹ Empresa de Ciencia y Tecnología Simuladores (ETCSIM), Cuba.
tatiana.rigal@nauta.cu, tatianar@simpro.reduim.cu.

Resumen: Problemática: Con la necesidad de lograr un mayor impacto del empleo de la tecnología desarrollada por la Empresa de Ciencia y Tecnología Simuladores (ECTSIM) en la educación la investigación tiene el **objetivo:** de elaborar un modelo de gestión para la integración de las tecnologías de la información en la educación, a través de un Proyecto de I+D realizado en el marco de convenios de colaboración entre ECTSIM y universidades de las FAR y centros de capacitación del MININT. **Metodología:** Para su desarrollo se utiliza un diseño metodológico mixto. Se lleva a cabo en cinco instituciones docentes en el periodo 2017-2020 y se ejecuta en cuatro fases, **Resultados y discusión:** la identificación de tres dimensiones fundamentales a considerar en la integración de las tecnologías en la educación, para lograr la transformación deseada; la formulación de un grupo de requerimientos para la integración de las tecnologías, orientados a potenciar estrategias de trabajo docente y a propiciar los aprendizajes de los alumnos y se revelan impactos del empleo de la tecnología en la educación luego de la implementación de la propuesta. **Conclusiones:** el modelo orienta una adecuada relación entre los aspectos de los tres digitalizados con información de fuentes primarias sobre los temas, así como la adquisición de las competencias digitales por los participantes.

Abstract: Problem: *Given the need to articulate the subjects of the curriculum for the professional training of engineers. An investigation is being developed that guides the use of simulators for this purpose. The objective of the research was oriented to achieve*



*the transversal articulation between the curriculum subjects, from the first years of the engineering career, from the use of simulators. An expository **methodology** was used, from which the teaching-learning strategies were explored and adapted, applied in the development of the curriculum with the integration of simulators, so that from the curricular mesh, harmonically constructed, the treatment of the linked theory is guaranteed. to its application in professional practice. This project, which underlies as an undeclared transversal axis, also establishes the guidelines to guarantee research training in the engineering curriculum. Classroom activity with the use of the simulator involves teachers of different subjects who, together, present a physical system, which must be modeled, solved by applying knowledge of their subjects and subsequently simulated. It is **concluded** that the experience manages to internalize and integrate the concepts of the subjects and contributes to their application in solving problems related to professional practice.*

Palabras Clave: Simuladores, Vínculo teoría – práctica, Formación de ingenieros.

Key words: Simulators, Practical theory link, Training of engineers.

1. Introducción

En el actual escenario mundial el cambio es una constante. Agentes tales como la globalización, el impacto de las tecnologías de información y comunicación (TIC), la gestión del conocimiento y la necesidad de manejar la diversidad, hacen que se requiera de un ámbito educativo esencialmente diferente. Se demanda de las universidades, como organizaciones orientadas al aprendizaje permanente, de nuevas tendencias en la educación, que apunten hacia la formación para el desarrollo de competencias profesionales, como una necesidad de la ingeniería de este siglo, donde se conjuguen una alta especialización y capacidad técnica, para enfrentar, con mayores posibilidades de éxito, el cambiante mundo que les rodea y provocar el progreso en todos los ámbitos de la sociedad. En consecuencia, el proceso docente educativo en la ingeniería debe ser dirigido de tal forma que supere la brecha entre la adquisición del conocimiento y la capacidad para aplicarlo, con el fin de que trascienda más allá de la transferencia de contenidos. Es con esta idea que la introducción de simuladores a los procesos docentes para la formación de ingenieros en la última década ha experimentado un gran auge y



aceptación; tanto a nivel internacional como en Cuba, a tono además con las actuales demandas del proceso de informatización de la sociedad cubana. El objetivo de este trabajo es revelar los resultados más relevantes de una investigación orientada a determinar cómo repercute el empleo de los simuladores como articuladores de las asignaturas en el proceso de formación de ingenieros, particularmente en el desarrollo de competencias profesionales como la resolución de problemas en el ejercicio de la ingeniería. Desarrollada en el marco de un proyecto de I + D que aprovecha las potencialidades del currículo para la formación de ingenieros y las fortalezas del convenio de colaboración para las alianzas universidad (ITM "José Martí") - Empresa (de Ciencia y Tecnología Simuladores).

2. Metodología

Para alcanzar el objetivo propuesto se siguieron tres fases:

1ª Exploración inicial: Se emplea el método histórico-lógico, para profundizar en el estudio del proceso evolutivo de la conceptualización y la incorporación de enfoques basados en el empleo de los simuladores computacionales en la formación de ingenieros. Se planteó el análisis y la síntesis como método que contribuyó a la sistematización de la información y la selección de los aspectos esenciales de los diferentes puntos de vista y tendencias de los autores consultados sobre el empleo de simuladores y el análisis de la estructura curricular, en particular las asignaturas del Ciclo de Ciencias Básicas, para la formación de ingenieros.

2ª Diseño del empleo de los simuladores como articuladores de las asignaturas de Ciencias Básicas en la formación de ingenieros: Selección de la infraestructura tecnológica; Análisis y comparación de simuladores existentes y sus posibilidades para ser empleados en la formación de ingenieros; Selección de los contenidos curriculares a desarrollar con el empleo de los simuladores. Evaluación por expertos de los simuladores en función del logro de los objetivos docentes de las asignaturas de Ciencias Básicas.

3ª Introducción del simulador para la solución de problemas ingenieros, desde la aplicación de los contenidos de Ciencias Básicas: evaluación y selección de la metodología a seguir, diseño del cuestionario pre y pos test, aplicación del cuestionario pre test, uso del simulador en la didáctica de las asignaturas, y aplicación del cuestionario post test. Para la realización de la investigación se escogió la población de las



instituciones docentes de La Habana, que utilizan simuladores SIMPRO para la formación de ingenieros.

El número de participantes en el estudio experimental, utilizado como muestra, fue del 50 % de la población, los cuales pertenecen a instituciones docentes de nivel superior. El instrumento de recogida de información fue un cuestionario con construcción tipo Likert, conformado por 12 ítems con seis opciones de respuestas (MP= Muy positivo; P= Positivo; R+= Regular positivo; R-= Regular negativo; N= Negativo y MN= Muy negativo), que pretenden recoger información sobre las variables en estudio. La introducción de los simuladores SIMPRO para la formación de ingenieros, en las instituciones seleccionadas como muestra, tienen varios años de implementación, por lo que las variables asociadas al "efecto novedad" del medio de enseñanza se encuentran bajo control.

3. Resultados y discusión

3.1 Diseño del empleo de los simuladores como articuladores de las asignaturas de ciencias básicas en la formación de ingenieros.

La ingeniería como ciencia responde a una necesidad social; la formación del ingeniero se distingue por transitar por los campos de actuación siguientes: el diseño, la ejecución, la resolución de problemas prácticos con métodos científicos, la enseñanza basada en la relación teoría práctica, con profundas relaciones con la industria y la innovación tecnológica. Como parte del currículo base de las carreras ingenieras, el Ciclo de Ciencias Básicas es el componente curricular donde se propone la introducción del simulador como articulador de las asignaturas, su implementación por niveles de complejidad sucede posteriormente con la integración de estos medios para el tratamiento del contenido de las asignaturas correspondientes al currículo propio y al optativo-electivo. Se concibe la formación de ingenieros en términos de integración e interrelaciones. El propósito fundamental de esta estrategia es el desarrollo integral del estudiante de ingeniería, con un alto sentido de compromiso y responsabilidad (Gómez, Castellanos, Delgado et al., 2005). En la estructura general de la estrategia didáctica para el empleo de los simuladores como articuladores de las asignaturas en la carrera del ingeniero el rol del profesor tutor es el de involucrar a los docentes de esas invariantes. La estrategia didáctica diseñada establece una serie de acciones: elección del tipo de



Título Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
TÍTULO

simulador en función de los objetivos del aprendizaje (elección del evento real que se simula); identificación de los conocimientos previos sobre las Ciencias Básicas, presentes en el contexto de simulación; identificación de aquellos contenidos realmente fundamentales, que constituyen la columna vertebral de esa materia y que en calidad de invariantes, permiten comprender su lógica interna y apropiarse de las esencias; diseño de actividades de aprendizaje donde estén aplicadas dichas invariantes de conocimientos a los fenómenos, objetos o procesos simulados; ejecución de la actividad de aprendizaje con el auxilio del simulador y a partir del empleo de métodos como el estudio de casos, la solución de problemas profesionales, el autoaprendizaje, la autoeducación, aprovechando los espacios destinados a las actividades lectivas y en mayor grado los espacios curriculares destinados a las actividades no lectivas. Se trata de actividades vinculadas al ejercicio de la profesión, desarrolladas por el alumno sobre la base de la metodología de la investigación científica, bajo la guía de un profesor-tutor. actividad compartida, en forma coordinada (tributan desde los distintos enfoques a la solución de la problemática o situación de aprendizaje planteada al alumno), para ayudar a los estudiantes en un proceso que les permita lograr la conexión de las invariantes de los conocimientos de las distintas asignaturas.

Cuando los estudiantes realizan una actividad de aprendizaje en el simulador; anteriormente han elaborado el modelo físico matemático del objeto, proceso o fenómeno simulado; manipulan las variables de entrada en el simulador y observan su comportamiento, realizan el análisis de los datos obtenidos, elaboran una síntesis escrita de la solución que proponen y la presentan a discusión grupal. Así, después de cursadas las asignaturas específicas relacionadas con el objeto de la simulación, el currículo asegura que los alumnos ejerciten lo aprendido, con lo que se condiciona que al final de sus estudios resulten suficientes las habilidades formadas en ellos y que son capaces de emplear luego en su vida profesional. Se prevé el diseño e implementación de evaluaciones sistemáticas para conocer cuánto y cómo aprenden los alumnos y en consecuencia decidir, sobre la base de juicios cualitativos e integradores, una calificación final, centrando el énfasis principal en el desempeño del alumno durante el transcurso del ciclo.



3.2 Introducción del simulador para la solución de problemas ingenieros, desde la aplicación de los contenidos de ciencias básicas.

Con esta estrategia se logra que los alumnos sean portadores, no solo de conocimientos de la especialidad, sino de habilidades y capacidades para tomar decisiones, asumir responsabilidades sociales, elementos que permiten desarrollar un profesional competente, capaz de interactuar y dar respuesta a problemas económicos, medioambientales y de desarrollo científico-tecnológico. Los resultados recomiendan que con la puesta en práctica de esta estrategia, los alumnos pasen a ser protagonistas de su propia formación académica y el docente se convierte en un facilitador, cuyo papel principal sea diseñar las situaciones de aprendizaje y conducir la ejecución de las mismas, utilizando como medio el simulador. Los aspectos estudiados en 12 ítems posibilitan valorar si el empleo de los modelos físico matemático existente en los simuladores posibilitan articular los contenidos de las asignaturas implicadas, los resultados de las valoraciones de algunos de ellos se revela como sigue: la actividad de aprendizaje implementada posibilita: recordar conceptos de distintas áreas del conocimiento; seleccionar distintas herramientas de las asignaturas del ciclo de ciencias básicas para resolver las problemáticas planteadas y evaluar la potencialidad de cada uno de ellos; aplicar los contenidos teóricos aprendidos en la solución de problemas profesionales. Los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario post test se revelan a continuación: El 89,7% de los alumnos y el 90% de los profesores manifiestan de Muy positivo la manera en que el simulador permitió reproducir aspectos de la realidad y resolver problemas técnicos que el ingeniero tiene que afrontar durante el desarrollo de la profesión. El 95 % de los profesores se proyectó muy de acuerdo en que el simulador, como recurso de aprendizaje, estimuló la participación del alumno en el manejo de variables propias de la instalación simulada y potenció la formación de habilidades en el saber hacer con el objeto de la profesión. Por otra parte el 92,3% de los alumnos valoro de Muy positivo el empleo del simulador para observar representación física del objeto de estudio, su comportamiento y aplicar los conceptos teóricos. Los profesores (95%) valoraron de Muy positivo los resultados del empleo del simulador como articulador de los contenidos de las asignaturas de Ciencias básicas y como incentivó en el alumno un pensamiento operacional en el ejercicio de la profesión, dar solución a los problemas y seleccionar las herramientas en la búsqueda de soluciones. Los resultados de las



Título Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
TÍTULO

soluciones a los problemas planteados a los alumnos cuentan con fiabilidad ya que el programa del simulador cuenta con los modelos físico matemático del objeto o fenómeno de simulación; de ahí que el simulador se convierte en una herramienta para la validación de los resultados obtenidos por los alumnos. De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas a los alumnos y realizando un análisis comparativo con las encuestas antes de la aplicación de la estrategia, se revela que en un gran porcentaje se han logrado interpretar los conceptos de las asignaturas y su aplicación a situaciones específicas, ya que en los dos años de implementación (2019-2020) alrededor del 90% de los alumnos manifiestan como muy positivo el empleo de los simuladores para la aplicación de los conocimientos teóricos de las asignaturas y su aplicación a la solución de problemas vinculados con la práctica profesional y alrededor de un 10% lo valora como positivo. Con relación a la vinculación de los contenidos con la aplicación a los problemas profesionales en estudio, se destaca que todos los alumnos lograron arribar a la solución y ninguno indica no haberlo conseguido. Estos datos en conjunto sirven como indicadores de los logros alcanzados por los alumnos relacionados con el tiempo de internalización tanto de los conceptos de las asignaturas, particularmente las del ciclo de ciencias básicas, como su utilización en la solución de problemas profesionales con el auxilio de los simuladores. Para aquellos estudiantes que recibieron la base orientadora de la acción (BOA) completa por parte del profesor, al evaluar si la experiencia con el empleo de los simuladores les permitió una mejor interpretación de los resultados, un mínimo porcentaje (el 20%) valoran la experiencia de R+= Regular positivo/ Moderadamente de acuerdo, mientras que alrededor del 50% lo valora de P= Positivo/de acuerdo y un 30% MP= Muy positivo/Muy de acuerdo; y aquellos alumnos que, además de recibir la BOA, habían trabajado anteriormente con el software de simulación lograron interpretar mejor los resultados analíticos (70%, MP= Muy positivo/Muy de acuerdo) y lo valora de P= Positivo/de acuerdo (30%). Los valores obtenidos, permiten inferir la importancia de la BOA para el logro de mejores resultados en la aplicación de los conocimientos teóricos con el empleo del simulador y que los conocimientos previos, que conjuntamente con la herramienta de simulación, posibilitaron una mejor interpretación de los conocimientos teóricos adquiridos. Es válido resaltar que, a partir de la implementación de la estrategia, comienza a generarse una interrelación entre las distintas asignaturas (en particular las del ciclo de ciencias básica que se imparten en los primeros años de la carrera)



vinculándolas con los problemas profesionales del ingeniero. Los resultados positivos obtenidos recomiendan que se debe ampliar la implementación de la estrategia a lo largo de la carrera.

Con lo expuesto se demuestra el grado de alcance de los objetivos propuestos, validando que los conocimientos teóricos de las asignaturas de ciencias básicas aplicados a la solución de problemas profesionales de los ingenieros, internalizando las herramientas de las diferentes asignaturas, propician una mejor comprensión de los contenidos y elevan la motivación por el estudio de las mismas. Con la implementación práctica de la estrategia se logra, de forma parcial una interrelación transversal entre estas asignaturas, y a su vez el uso de los simuladores computacionales y de las herramientas virtuales de simulación permitió una mejor interpretación de los resultados obtenidos analíticamente durante la solución de los problemas profesionales.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten afirmar la validez del empleo de los simuladores como articuladores de las asignaturas de Ciencias Básicas en el proceso de formación de ingenieros, particularmente en el desarrollo de competencias profesionales como la resolución de problemas en el ejercicio de la ingeniería. El empleo de simuladores en el tratamiento del contenido de las asignaturas del ciclo de Ciencias Básicas les permitió a los alumnos identificar, analizar y definir los elementos significativos que constituyen los problemas profesionales para resolverlo de forma efectiva. Elegir la mejor alternativa para actuar, siguiendo un proceso sistemático, responsabilizándose con el alcance y consecuencias de la opción seleccionada. Generar procesos de búsqueda y descubrimiento de soluciones nuevas e inhabituales, en las distintas condiciones que se ponen de manifiesto en la profesión. Los simuladores le posibilitaron a los profesores disponer de una fuente inagotable de recursos didácticos, individualizar en el aprendizaje de los alumnos, afrontar la diversidad, mayor contacto con los alumnos, facilitar el proceso de evaluación y actualizarse en el campo profesional.



5. Referencias bibliográficas

1. Agudo, E., Rico, M. y Sánchez, H. (2019). Multimedia games for fun and learning English in preschool. En: Digital Education Review, 24, 183-204 [Accessed: 22/12/2020] [http:// greav.ub.edu/der](http://greav.ub.edu/der).
2. Berná, y otros (2002). Redes de Computadores para Ingenieros en Informática. Alicante: Publicaciones de la Universidad de Alicante.
3. Gómez, V. et al. (2005). Las habilidades integradas del ingeniero mecánico hoy: ¿un desafío? En: 7º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica. México D. F.
4. González, J. y Gómez, A. (1994). Características fundamentales del software dedicado a la enseñanza. La Habana: CESoftE.
5. J. Escamilla. (2000). Selección y uso de tecnología educativa. México, Editorial Trillas.
6. Masson, R. y Rennie, F. (2006). ELearning. The key concepts. London: Routledge.
- Ruiz, J.M. (2018). La Simulación como Instrumento de Aprendizaje. Recuperado de: [ttp://fp.atxuri.net/escenarios/Simulacion_como_Instrumento_de_Aprendizaje.pdf](http://fp.atxuri.net/escenarios/Simulacion_como_Instrumento_de_Aprendizaje.pdf). (20/06/2019).
7. Vásquez, R., Romo, A. y Trigueros, M. (2015). Un contexto de modelación para la enseñanza de matemáticas en las ingenierías. Ponencia presentada en la XIV CIAEM Conferencia Interamericana de Educación Matemática en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.