

# LA IMPORTANCIA DEL USO DE SIMULADORES EN LA EDUCACIÓN REMOTA. ACELERADO POR LA PANDEMIA GLOBAL.

## THE IMPORTANCE OF THE USE OF SIMULATORS IN REMOTE EDUCATION. ACCELERATED BY THE GLOBAL PANDEMIC.

E. Toriz G<sup>1</sup>, Profesora Investigadora. A.D. García G<sup>2</sup>, Profesor Investigador. M. Aparicio P<sup>3</sup>, Presidente. A. Loma B<sup>4</sup>, Profesor.

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Estado de México. México. etoriz@tec.mx.

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Estado de México. México. garcia.andres@tec.mx.

<sup>3</sup> Sociedad Interactiva de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable. SICEDES. México. marceaparcio4@gmail.com

<sup>4</sup> Instituto Tecnológico del Valle de Etlá. México. allobo81@hotmail.com

*Resumen— La crisis del COVID-19 ha obligado a transformar no solo el funcionamiento de las instituciones educativas sino también la forma que se enseña, se aprende y se coordina la creación de conocimiento, logrando, como en una película de ciencia ficción, el movimiento acelerado en el tiempo. Así, las demandas y necesidades que se esperaban en los próximos cinco o diez años, han ocurrido en unos meses. Depende de cada organización aceptar, implementar o superar las necesidades de los nuevos roles tanto para docentes como para alumnos, elevar el nivel tecnológico de la infraestructura y fundamentalmente, cambiar la forma de entender la educación, aceptando que nuevos formatos llegaron para quedarse y combinar -con la sabiduría del pasado y la tecnología del futuro- lo mejor de ambos mundos.*

*Sin duda la precipitada implementación de la modalidad a distancia ha significado un cambio abrupto en la educación y varios procesos han tenido que adaptarse y replantearse, especialmente para las asignaturas con enfoque práctico, por lo que el uso de simuladores como parte de un nuevo modelo educativo, han tomado singular importancia. Mediante los simuladores el alumno adquiere sus conocimientos a través de la experiencia al practicar en entornos reales, de forma segura. Además, el alumno puede experimentar con situaciones diversas, que servirán como contexto para el aprendizaje significativo de un tema. Con el propósito de fortalecer las competencias disciplinares y transversales, así como para fructificar el potencial de los estudiantes de ingeniería, en el Tecnológico de Monterrey se ha promovido el uso de simuladores para la formación de conceptos, la construcción del conocimiento y de propuestas innovadoras de solución a problemática de situaciones reales, así como la vinculación con comunidades vulnerables y el gobierno, mediante la puesta en marcha de dichas propuestas. Los resultados demuestran el desarrollo de competencias disciplinares y transversales con la metodología propuesta en esta investigación, debido a que estas herramientas digitales permiten la reproducción de actividades diversas con suficiente fidelidad para lograr la participación de los alumnos en una forma realista y significativa.*

*Palabras Clave-- Simuladores, Transformación digital, Transferencia de conocimiento, Formación de Ingenieros, Mejoras en el aprendizaje.*

*Abstract— The COVID-19 crisis has forced to transform not only the operation of educational institutions but also the way that knowledge creation is taught, learned and coordinated, achieving, as in a science fiction movie, the accelerated movement in time. Thus, the demands and needs that were expected in the next five or ten years have occurred in a few months. It is up to each organization to accept, implement or exceed the needs of the new roles for both teachers and students, raise the technological level of the infrastructure and fundamentally, change the way of understanding education, accepting that new formats are here to stay and combine " with the wisdom of the past and the technology of the future, the best of both worlds". Undoubtedly, the hasty implementation of the distance modality has meant an abrupt change in education and several processes have had to adapt and rethink, especially for subjects with a practical approach, so the use of simulators as part of a new educational model, have taken on singular importance. Through simulators the student acquires his knowledge through experience practicing in real environments, safely. In addition, the student can experiment with various situations, which will serve as a context for meaningful learning on a topic. In order to strengthen disciplinary and transversal competencies, as well as to realize the potential of engineering students, at Tecnológico de Monterrey the use of simulators has been promoted for the formation of concepts, the construction of knowledge and innovative proposals for solution to problems in real situations, as well as linking with vulnerable communities and the government, through the implementation of these proposals. The results demonstrate the development of disciplinary and transversal competences with the methodology proposed in this research, because these digital tools allow the reproduction of diverse activities with sufficient fidelity to achieve the participation of the students in a realistic and meaningful way.*

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.462>

ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

*Key Words-- Simulators, Digital transformation, Knowledge transfer, Engineer Training, Learning improvements.*

## I. INTRODUCCIÓN

La crisis del COVID-19 ha obligado a transformar no sólo el funcionamiento de las instituciones educativas sino también la forma que se enseña, se aprende y se coordina la creación de conocimiento, logrando, como en una película de ciencia ficción, el movimiento acelerado en el tiempo. Así, las demandas y necesidades que se esperaban en los próximos cinco o diez años, han ocurrido en unos meses. El ser humano es producto de sus experiencias y circunstancias, y probablemente hubiera llevado mucho más tiempo en llegar a este tipo de universidad, la “universidad del futuro”, que se vislumbra como global, híbrida, flexible y abierta a ofrecer experiencias distintas en la que el estudiante ya no necesariamente va a la universidad, sino la universidad va al estudiante. Ahora, depende de cada organización aceptar, implementar o superar las necesidades de los nuevos roles tanto para docentes como para alumnos, elevar el nivel tecnológico de la infraestructura y fundamentalmente, cambiar la forma de entender la educación, aceptando que nuevos formatos llegaron para quedarse y, combinar con la sabiduría del pasado y la tecnología del futuro lo mejor de ambos mundos.

Sin duda la precipitada implementación de la modalidad a distancia ha significado un cambio abrupto en la educación y varios procesos han tenido que adaptarse y replantearse, especialmente para las asignaturas con enfoque práctico, en las que es más complejo reemplazar la virtualidad al cien por ciento, lo cual obliga a pensar en el uso de los simuladores, abriendo interesantes puertas al concepto de la educación remota, y así el uso de simuladores como parte de un nuevo modelo educativo, ha tomado singular importancia. Mediante los simuladores el alumno adquiere sus conocimientos a través de la experiencia al practicar en entornos reales, de forma segura. Además, el alumno puede experimentar con situaciones diversas, que servirán como contexto para el aprendizaje significativo de un tema.

Según la teoría de Ausubel [1], el aprendizaje significativo tiene lugar cuando el estudiante da sentido o establece relaciones entre los nuevos conceptos o nueva información y los conceptos y conocimientos existentes, o con alguna experiencia anterior. Una de las condiciones para que se produzca el aprendizaje significativo es que el material a ser aprendido sea relacionable de manera sustantiva y no literal, a la estructura cognitiva de quien aprende. El material que posee esas características sería potencialmente significativo, es decir, factible de ser aprendido significativamente [2].

En relación con los materiales computacionales y a su contexto educacional, es común hablar de Software Educativo y de Informática Educativa, aunque resultarían más adecuadas las expresiones Software para Educación e Informática en

Educación, tal como se acostumbra en algunos países. Si bien se trata de una cuestión semántica, la misma no carece de importancia, dado que son expresiones que evocan ideas distintas: en el primer caso parecería que el software y la informática educan, mientras que en el segundo ayudan a la educación. Está claro para todos que la informática no puede resolver de por sí los problemas de la enseñanza, ni tampoco generar un “nuevo paradigma educativo”. En cambio, puede ser una herramienta muy poderosa, que facilita la realización de una tarea. Hay que tener siempre presente que lo principal no es la máquina, ni el software, sino la forma con que se les utiliza. Sólo así esos elementos se tornan poderosos y útiles. Lo expuesto anteriormente fundamenta la importancia que tiene la realización de actividades de aprendizaje que promuevan el análisis cualitativo de los fenómenos físicos por parte del alumno. Se podría agregar a esto la potencialidad de aquellas propuestas que además tengan un soporte visual importante, y que sean capaces de generar motivación y promover actividades colaborativas entre los alumnos [3]. Todos estos aspectos deben ser contemplados a la hora de elaborar un software para educación y sobre todo cuando se diseñan las actividades a desarrollar con esa herramienta.

Desde hace varios años se vienen elaborando modelos de simulación para el aprendizaje de diversas asignaturas. Un lugar de atención lo tienen los applets, un programa informático realizado en lenguaje Java para las redes internacionales o internet. Entre otras particularidades tiene la enorme ventaja de que es un programa que se puede ejecutar directamente desde la página web en la que está incrustado. Permite multitud de aplicaciones, desde la incorporación de elementos móviles en las páginas web, como sistemas de control, introducción de datos, mecanismos interactivos, por mencionar algunos [4]. Poco a poco su aplicación se va generalizando, en la medida que los propios docentes comprueban en la práctica las ventajas que representa esta innovación pedagógica.

Un software para enseñanza es un material de estudio, que como cualquier herramienta para el aprendizaje debe estar correctamente integrado a la currícula. Para esto es necesario tener en cuenta su contenido conceptual, su estructura y las actividades que con ella va a realizar el alumno. Prestar atención a este último aspecto resulta de singular importancia, ya que el mejor software puede resultar poco provechoso si con él no se planifican y desarrollan actividades que se adecuen al contexto particular de aprendizaje. En este aspecto resultan importantes las experiencias educativas realizadas por el equipo que desarrolla el programa, pero también resulta necesaria una reelaboración por parte del docente que lo va a aplicar.

La resolución de problemas y la realización de trabajos prácticos no constituyen meras aplicaciones de conocimientos teóricos ya adquiridos, sino que deberían reconocerse como las actividades fundamentales de aprendizaje.

La clave está en establecer en las clases una fuerte relación entre teoría y práctica y en proponer una metodología que potencie el análisis crítico de los fenómenos y la toma de decisiones por los alumnos a través de una actividad colaborativa. En esto pueden ayudar mucho las nuevas tecnologías. En el aprendizaje de las ciencias experimentales, resulta imprescindible la actividad en laboratorio con elementos reales, los cuales podrán ser combinados o complementados con herramientas informáticas, pero nunca sustituidos [5].

La función pedagógica central que se le asigna al uso de las simulaciones es entonces la de ayudar en el desarrollo del modelo mental sobre el fenómeno, dada la trascendente importancia que tiene este aspecto del aprendizaje. Pero esta función que está planteada en términos cualitativos, se debe vincular a aspectos cuantitativos. Dentro de este contexto, se trata de precisar cómo se deben utilizar las simulaciones, dado que representan una herramienta didáctica de nuevo tipo. El alumno, cuando trabaja con una simulación debe ser plenamente consciente del modelo que utiliza, su expresión matemática y que el mismo es sólo una aproximación al fenómeno real [6]. El profesor debe ser agente de cambio crítico y debe integrar materiales tecnológicos instructivos en los estilos de enseñar, en los estilos de aprender de los alumnos y en las actividades de clase. El problema surge cuando los profesores no saben cómo integrar en una situación de enseñanza aprendizaje las nuevas tecnologías.

Es muy importante aprovechar la posibilidad de interacción de las aplicaciones con interfaces gráficas intuitivas para que el alumno realice aprendizajes significativos a través de la vía considerada como más idónea: la construcción de sus propios conocimientos de una manera colaborativa [2].

En el contexto del Tecnológico de Monterrey convencidos de que "se está viviendo un cambio en nuestro planeta que avanza a un ritmo exponencial, en lo que muchos han llamado la Revolución 4.0", acelerado aún más por la presencia de la pandemia global, el uso de simuladores ofrece a los estudiantes la posibilidad de vivir momentos que mejoran la experiencia de la formación, a través del acercamiento a una serie de información actualizada, utilizando elementos digitales que facilitan la interacción con situaciones que se caracterizan por ser de difícil acceso en contextos reales, lo que resulta en potenciar las habilidades de las generaciones actuales -nativos digitales- y mejorar el desarrollo de las competencias que les son requeridas a los egresados en el campo laboral, a través de experiencias retadoras en espacios educativos de alto interés y que requieren de mucha interacción [7]. Por tal motivo, en la institución, las tecnologías inmersivas brindan un gran potencial para explotarlas y genera la expectativa de tener impacto en los estudiantes en un momento en el cual aún se puede propiciar el factor de asombro en los jóvenes.

El Modelo educativo TEC21 [8] aplicado en la actualidad, posee la filosofía de otorgar una educación que no solo prepare para el trabajo, sino para la vida y de manera continua, está basado en la solución de retos y el desarrollo del pensamiento crítico que contiene diferenciadores, atributos indispensables para en cumplimiento de la visión 2030: "Liderazgo, innovación y emprendimiento para el florecimiento humano".

Un diferenciador muy importante es la vinculación de los estudiantes con los sectores de la sociedad civil, gubernamental, empresarial y educativo, con el propósito de exponer al alumno a problemas reales, en este punto el uso de simuladores recobra una gran importancia por motivo del confinamiento [9]. De esta forma se vigoriza su formación integral ética, colaborativa y de hipoteca social a través del currículo y de las actividades co-curriculares, lo cual busca formar líderes con ideas innovadoras y de transformación que ayuden a fomentar el desarrollo de las organizaciones al generar valor compartido para el bienestar de la sociedad.

La innovación es un valor institucional del Tecnológico de Monterrey, que consiste en generar ideas y hacerlas realidad; romper paradigmas; asumir riesgos y aprender de los errores. Implica también crear oportunidades y actuar como entes generadores de cambios.

Conscientes de la gran problemática que representa el confinamiento provocado por la pandemia y las implicaciones que puede tener en la formación de los ingenieros, en el Tecnológico de Monterrey se han realizado diversas acciones centradas en la persona, para que las competencias de los estudiantes permanezcan en el camino de la mejora continua, para lo cual se están utilizando tecnologías emergentes, tecnologías que ofrecen diferentes maneras de combinar el mundo digital con la realidad en varios niveles de inmersión, como la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA), el internet de las cosas (IoT) e inteligencia artificial, así como el uso de simuladores especialmente para las asignaturas con enfoque práctico, en las que es más complejo reemplazar la virtualidad al cien por ciento, lo cual permite aplicar los conceptos teóricos adquiridos en ejercicios prácticos y situaciones reales para que los estudiantes puedan alcanzar un aprendizaje significativo.

Principalmente en la nueva realidad a la que nos expuso el coronavirus la geolocalización, la telefonía móvil y el juego, son conceptos y tecnologías que imprescindiblemente deben ser abordados en las instituciones para optimizar el aprendizaje

No obstante, la novedad que supone la utilización de la tecnología y de los simuladores en la educación [10], genera expectativas que deben ser evaluadas, confirmadas y cuestionadas en la práctica. Mediante el desarrollo de este trabajo se evalúan diversas variables de aprendizaje. Una de ellas es incrementar el aprendizaje significativo de los contenidos de sustentabilidad, economía circular, electricidad y electrónica de potencia, tecnologías de baja aportación de

carbono, comunidades off grid, índices de pobreza y desarrollo, propiedades de los fluidos e hidrostática, cinemática y dinámica de los fluidos, contaminación ambiental, cambio climático y uso de energías limpias, en los programas académicos correspondientes a las materias y unidades formativas que participan en el proyecto. Para medir este impacto se aplicaron quizzes (exámenes estandarizados) inicialmente para establecer un diagnóstico y posteriormente para evaluar los aprendizajes obtenidos.

Otra variable relevante a medir es la aplicación de principios de sustentabilidad en la propuesta de solución a problemáticas ambientales que garanticen el bienestar de las generaciones futuras lo cual se efectúa mediante escala de actitudes ambientales [11,12,13].

Adicionalmente para evaluar el impacto de la innovación propuesta en el rendimiento académico, se aplican exámenes argumentativos orales y escritos (presentaciones, ensayos), la manera en que explica el funcionamiento de las soluciones propuestas mediante argumentaciones estructuradas y coherentes fundamentadas en conceptos, teorías y principios de las ciencias naturales, matemáticas y computación.

Por lo que en este trabajo de investigación se muestran los resultados de aplicar simuladores en los procesos de adquisición de competencias disciplinares y transversales, con el objetivo de: “analizar el impacto del uso de simuladores en el aprendizaje de la sustentabilidad, como complemento de las estrategias tradicionales de aprendizaje mediante la comparación del rendimiento académico de un grupo experimental y un grupo de control y comprobar que nivel de satisfacción produce a los alumnos esta herramienta didáctica”.

Surgiendo las siguientes preguntas de investigación; ¿es posible despertar el interés del cien por ciento de los estudiantes de ingeniería mediante el uso de simuladores?; ¿mediante el uso de simuladores es posible adquirir un aprendizaje significativo?; ¿es posible desarrollar competencias disciplinares y transversales al complementar con el uso de simuladores el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería?; ¿es posible inducir sus acciones a favor del desarrollo sostenible?; ¿Es recomendable el uso de simuladores para lograr un aprendizaje significativo?; ¿Es posible conectar a los estudiantes en la búsqueda de obtener soluciones para logra un mundo sustentable?

## II. METODOLOGÍA

### A. Hipótesis

Existe una diferencia significativa en el rendimiento académico del grupo experimental con respecto al grupo de control.

### B. Diseño

#### 1) Investigación documental.

\*Bibliográfica.

\*Hemerográfica.

\*Consulta en revistas especializadas, en medios electrónicos y con especialistas.

\*Antecedentes sobre el tema de investigación.

#### 2) Selección de las referencias.

Seleccionar los grupos de estudio (grupo control y grupo de investigación).

#### 3) Investigar el contexto (evaluación diagnóstica)

#### 4) Implementación de las herramientas a evaluar

Técnica didáctica uso de simuladores.

#### 5) Aplicación de Rúbricas de Evaluación

#### 6) Obtención de resultados.

#### 7) Análisis de los resultados mediante el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

#### 7) Conclusiones.

### C. Definición de la muestra.

El estudio se realizó durante el semestre junio diciembre de 2020 en la materia Fundamentos del Desarrollo Sustentable y las Unidades Formativas Procesos Ecológicos para el Desarrollo Humano y la Sustentabilidad en el Ejercicio Profesional de un Ingeniero. En un total de 90 estudiantes se aplicó el uso de simuladores y un grupo de 35 estudiantes se utilizó como control.

### Instrumentos de medición.

Cuestionarios en línea para evaluación diagnóstica y evaluación final. Rúbricas de evaluación durante la construcción y presentación de proyectos. Plataforma para presentar las evidencias del uso del simulador

Encuestas tipo Likert. Focus groups. Rúbricas de evaluación, recopilación de evidencias para evaluar el cambio de actitud y el trabajo colaborativo. Análisis estadístico SPSS. Coeficiente de consistencia interna Alfa de Cronbach.

Para medir el impacto de los simuladores en el aprendizaje significativo se aplicaron quizzes (exámenes estandarizados) antes de impartir los conceptos para establecer un diagnóstico y posteriormente para evaluar los aprendizajes obtenidos.

Con respecto a la evaluación de las competencias adquiridas y la aplicación de principios de sustentabilidad en la propuesta de solución a problemáticas ambientales para el bienestar de las generaciones futuras se efectuó mediante indicadores validados ya publicados [11,12,13].

Adicionalmente para evaluar el impacto de la innovación propuesta en el rendimiento académico, se aplicaron exámenes argumentativos orales y escritos (presentaciones, ensayos), en los que, mediante exposiciones ante sus compañeros, maestros y jueces invitados, explican cómo operan las soluciones que proponen, utilizando argumentos estructurados y coherentes fundamentados en conceptos, teorías y principios de las ciencias naturales, matemáticas y computación.

### E. Procedimiento

- 1) Elaborar los indicadores de medición, validarlos y seleccionar los que ya están validados con alto grado de confiabilidad y correlación.
- 2) Aplicar elementos narrativos que proporcionan motivación inicial y a largo plazo.
- 3) Generar espacios de debate participativos para seleccionar los contenidos orientados a la temática de la asignatura e identificar los escenarios que se desea observar mediante el uso de los simuladores.
- 4) Seleccionar los simuladores a usar de acuerdo a la temática y la problemática a resolver.
- 5) Realizar la dinámica en equipo para fomentar el trabajo colaborativo.
- 6) Realizar evaluación diagnóstica.
- 7) Mostrar la temática y problemática a aprender y resolver.
- 8) Proponer las soluciones respectivas.
- 9) Evaluar las soluciones propuestas
- 10) Llevar a cabo la evaluación de los resultados de aprendizaje mediante test, Quizzes para las evaluaciones diagnóstica y final.
- 11) Aplicar Encuestas tipo Likert. Focus groups, Rúbricas de evaluación y recopilación de evidencias para evaluar el cambio de actitud y el grado de satisfacción del alumno.
- 12) Comparar los resultados obtenidos con los grupos de investigación vs el grupo de control.
- 13) Evaluar los resultados con base a los instrumentos de medición descritos en el punto D.
- 14) Realizar el estudio estadístico mediante el software SPSS.
- 15) Comparar los resultados obtenidos con los grupos de investigación vs el grupo de control.
- 16) Actualmente se está trabajando con el Modelo de Ecuaciones Estructurales para establecer las relaciones entre las variables dependientes e independientes que miden los caracteres de trabajo en equipo.

### III. RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos, el uso de simuladores incrementa el nivel de aprendizaje de los estudiantes debido al interés que genera esta tecnología.

Los alumnos son capaces de proponer soluciones a los desafíos propuestos, de tomar decisiones en favor de la sustentabilidad y las energías limpias. Están más conscientes acerca del impacto de las actividades antropogénicas sobre el planeta y sus consecuencias.

Los simuladores permiten aplicar los conocimientos adquiridos y desarrollar habilidades en la toma de decisiones en diferentes ámbitos, acordes a la materia de estudio.

Están diseñados para plantear retos a los estudiantes y que el proceso de aprendizaje se convierta en una experiencia formativa, ya que son ellos los futuros profesionales y directivos en proceso de entrenamiento.

El aprendizaje con los simuladores es muy efectivo, se acerca cada vez más a entornos reales. Hace a los estudiantes más competitivos y así mejoran las habilidades gerenciales, que requieren los empleadores.

Los estudiantes inician familiarizándose con la plataforma del simulador, reconocen los distintos elementos ahí presentes, desarrollan un plan con las estrategias revisadas en las distintas asignaturas, se reúnen, analizan y discuten cómo sustentar estas estrategias y se ponen de acuerdo para tomar las decisiones. Estas decisiones son revisadas con el profesor, quien interactúa guiando en el proceso.

Posteriormente se ingresan estas decisiones y ejecutan la simulación, esto provoca reacciones, que deben ser analizadas por el equipo para hacer ajustes antes de la siguiente decisión.

Una vez concluidas las decisiones de simulación, los equipos participan de una plenaria, en la que se analizan los aciertos y oportunidades de mejora.

Los simuladores se utilizaron de modo síncrono y asíncrono, es decir, algunas actividades todos los participantes las efectuaron durante el tiempo real asignado en la clase utilizando las secciones de grupos pequeños y compartiendo pantallas y pizarras electrónicas. Los resultados obtenidos se expusieron ante el pleno del grupo en la sala principal. Otras actividades se dejaron como tarea para que los participantes experimentaran a su propio ritmo y requerimientos, con el propósito de ejercitar la comprensión de los conceptos y fijar los aprendizajes, es decir, se realizaron de forma asincrónica. De igual forma las evaluaciones se realizaron automáticamente para que los estudiantes pudieran leerlas en cualquier momento.

Se realizaron proyectos que, durante el semestre compitieron entre sí para obtener el mejor resultado. Lo cual se evidenció en un ranking que estableció el valor de cada proyecto.

Al finalizar los temas se realizaron evaluaciones que registraron puntajes para establecer el grado de asimilación de los contenidos abordados. Luego estos valores fueron contrastados con nuevas evaluaciones después de que los estudiantes resuelven problemas reales en el simulador. Estos puntajes se registraron en fichas de observación

Definitivamente el uso de los simuladores en la educación remota generada por la pandemia por COVID-19, representa uno de los casos de éxito del semestre junio a diciembre de 2020. Como se observa en la Tabla 1, los estudiantes complementaron su formación académica, las evidencias demuestran que su aprendizaje se incrementó en un promedio de 23 puntos comparado con el grupo control. Medido en una plataforma especializada para los resultados del aprendizaje.

Las calificaciones de los test, quizzes y en general las evaluaciones presentan una clara mejoría comparados con los de la misma asignatura que se enseña por el método tradicional.

TABLA 1.  
CALIFICACIONES PROMEDIO OBTENIDAS DURANTE  
TODO EL ESTUDIO APLICANDO EL USO DE  
SIMULADORES.

Semestre/ Metodología Junio - Diciembre 2020	Calificación Promedio	Calificación +/- D.S
Tradicional	75	75 +/- 1.5
Simuladores Phet, Tinkercad	98	98 +/- 0.9

La motivación de los alumnos se refleja en su evaluación final comparada con la de los estudiantes del grupo control, quienes al contestar una encuesta expresaron que este tipo de tecnología educativa facilita y motiva el aprendizaje.

Los participantes centran totalmente su atención en los contenidos de aprendizaje, sus semblantes lucen relajados y sonrientes haciendo la clase dinámica y divertida.

Una observación importante es que siguen practicando y explorando el simulador, aunque no se haya dejado alguna tarea.

Los resultados obtenidos validan el uso de los simuladores como una excelente opción para mejorar las habilidades y conocimientos prácticos de los alumnos.

El 100% opinó que esta herramienta es un gran apoyo académico y valoró como excelente el aporte de la herramienta de simulación en los temas relacionados.

El 100 % de encuestados expresó estar totalmente de acuerdo en que el simulador se debe seguir utilizando como herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje y desarrollo de competencias.

El 90 % de los encuestados considera que el simulador es útil para realizar ejercicios fuera de clases y ampliar sus conocimientos. El 10 % restante está parcialmente de acuerdo.

El 98% expresa que les ayudó a mejorar su rendimiento académico. El 87% comentó que esta metodología le ayudó a ser más consciente para actuar sustentablemente.

La clase es mucho más participativa y productiva. El nivel de comprensión alcanzado es muy superior.

Comparando los resultados obtenidos en los grupos de experimentación y control se observa que cuando se realiza el esfuerzo para aplicar herramientas metodológicas diferentes a las tradicionalmente conocidas, se mejoran grandemente los resultados medios de aprendizaje de la clase, otorgando seguridad y confianza,

#### IV. CONCLUSIONES.

Se analizó el impacto del uso de simuladores en el aprendizaje de la sustentabilidad, como complemento de las estrategias tradicionales de aprendizaje mediante la comparación del rendimiento académico de un grupo experimental y un grupo de control. También se comprobó el nivel de satisfacción de los alumnos al utilizar esta herramienta didáctica.

Del análisis del trabajo se desprende que existe un bajo porcentaje de profesores que utilizan simuladores en la práctica. Debido a que estas herramientas digitales permiten la reproducción de actividades diversas con suficiente fidelidad para lograr la participación de los alumnos en una forma realista y significativa, se evidenció que, mediante el uso de simuladores, se logra un ambiente de aprendizaje favorable en los temas tratados.

Los estudiantes, se mantienen muy motivados y con una actitud muy positiva durante el desarrollo de la clase, debido a que el uso de los simuladores les pareció innovadora y sobre todo pertinente, ya que les permite relacionar diferentes tópicos aprendidos e investigar sobre otros, para poder comprender y explicar lo que ocurre en nuestro entorno.

Las simulaciones generan un entorno idóneo, que estimula la participación de los estudiantes, y sobre todo mejora la interpretación de contenidos conceptuales y el desarrollo de competencias investigativas. Esto es una evidencia que concuerda con los resultados encontrados en esta experiencia de aprendizaje, lo cual refuerza la necesidad de practicar la investigación en acción dentro del aula virtual de clases.

La ejecución de un simulador, permite a los estudiantes aprender a resolver problemas y al mismo tiempo generar conocimientos en contextos ficticios, que efectivamente simulan situaciones reales. En este caso, la exploración que se desarrolló está relacionada con la sustentabilidad en el ejercicio profesional del ingeniero.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones de todos los temas tratados en los bloques de las asignaturas evidencian un porcentaje importante de mejora; lo que demuestra que el uso del simulador permite una mejor asimilación de los contenidos.

Los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes al final del ciclo muestran un porcentaje muy alto de valoración positiva en relación al aporte recibido con el uso del simulador en cada uno de los bloques temáticos. También se evidencia una valoración muy positiva para el uso del *software* de simulación fuera del aula de clases para potenciar los conocimientos adquiridos.

El uso de simuladores, a la par con técnicas dinámicas en enseñanza, permiten activar procesos cognitivos en el alumno, propiciando un aprendizaje significativo, debido a que cuando se construye un laboratorio simulado, es posible aumentar el conocimiento mediante la aplicación de procesos similares al método científico: formulando hipótesis sobre un fenómeno y poniendo a prueba estas hipótesis mediante experimentos.

Toda esta experiencia representa el cimiento para los futuros desarrolladores de ciencia y tecnología.

Es necesario puntualizar que el *software* de simulación no reemplaza la experiencia del trabajo con equipos. Sin embargo, se acerca mucho a la realidad y permite mejorar el proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias disciplinares y transversales.

Usar simuladores mejora la atención del estudiante y la productividad del maestro.

Los instrumentos de evaluación indican que los estudiantes presentan un cúmulo mayor de conocimientos que les permite tomar mejores decisiones a favor del desarrollo sostenible, lo que conlleva a una mejor calidad de vida de la comunidad global.

Los estudiantes muestran un mejor trabajo colaborativo.

Se sigue trabajando con el Modelo de Ecuaciones Estructurales para establecer las relaciones entre las variables dependientes e independientes que miden los caracteres del trabajo colaborativo.

Gracias al uso de la tecnología fue posible vincularse con especialistas reconocidos, autoridades gubernamentales, delegados y habitantes de comunidades vulnerables para cumplir diversos retos destinados a elevar la calidad de vida de esas comunidades que tanto lo requieren.

#### REFERENCES

- [1] Ausubel, David. Teoría del aprendizaje significativo. Psicología Educativa. Editorial Trillas. México. 1983.
- [2] Aguilar, Irene; Heredia, José (2013): «Simuladores y laboratorios virtuales para Ingeniería en Computación», Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, n.o 10, pp. 1-19, Guadalajara.
- [3] Castañeda, LUIS (2015): «Alternativa metodológica de aprendizaje basado en los simuladores virtuales para las carreras de Ingeniería en Sistemas de la Universidad del Istmo», UDI Investiga, pp. 33-40, vol. 7, n.o 7, (2016-12-10).
- [4] Martínez-Marín, F.A. and Cantú-Munguía, I.A., Manejo de la simulación en la enseñanza de la ingeniería Educación en Ingeniería, 12(24), pp. 58-62, Julio, 2017.
- [5] Bentivenga, M., Giogini, D., y Bombelli, E., (2018). Uso de simuladores como recurso educativo para facilitar la enseñanza y aprendizaje de las Leyes de Newton1. Análisis descriptivo preliminar. Conference: VI Jornadas Nacionales. IV Jornadas Latinoamericanas de Investigadores/as en Formación en Educación., At Facultad de Filosofía y Letras (UBA). Buenos Aires. Argentina.
- [6] Maestre JM, et al. La simulación como herramienta para facilitar la adaptación de la organización sanitaria a la pandemia de COVID-19. Educ Med. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2020.08.001>
- [7] ITESM (2020). Modelo de Programas Formativos de Profesional. Recuperado de: [https://miespacio.itesm.mx/sites/planestrategico2020/Paginas/documentos/Modelode\\_Programas\\_Formativos\\_de\\_Profesional.pdf](https://miespacio.itesm.mx/sites/planestrategico2020/Paginas/documentos/Modelode_Programas_Formativos_de_Profesional.pdf)
- [8] Modelo Educativo TEC21. D.R.©, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Av. Eugenio Garza Sada Sur No. 2501, C.P. 64849, Monterrey, N.L. 2016.
- [9] Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J.L., Contero, M. Acañiz, M., Pérez-López, D.C. y Ortega. M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. Computers & Graphics, 34 (1), pp. 77-91.
- [10] Center for Medical Simulation Boston, MA. Circle UpCOVID-19 [consultado 11 Abr 2020]. Disponible en: <https://harvardmedsim.org/>; 2020.
- [11] Moreno, M., Corraliza, J., & Ruiz, J. (2005). Escala de actitudes ambientales hacia problemas específicos. Psicothema, 17(3), 502-508.
- [12] Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T., & Olsson, D. (2019). The sustainability consciousness questionnaire: The theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development. Sustainable Development, 27(1), 35-49. doi:10.1002/sd.1859
- [13] Sendjaya, S., Eva, N., Butar Butar, I., Robin, M., & Castles, S. (2019). SLBS-6: Validation of a short form of the servant leadership behavior scale. Journal of Business Ethics, 156(4), 941-956. doi:10.1007/s10551-017-3594-3