

# LABORATORIOS REMOTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS DE BAJA APORTACIÓN DE CARBONO EN COMUNIDADES MARGINADAS PARA FORTALECER EL COMPROMISO CON LA SUSTENTABILIDAD.

## REMOTE LABORATORIES AND IMPLEMENTATION OF LOW CARBON ENERGIES IN MARGINALIZED COMMUNITIES TO STRENGTHEN THE COMMITMENT TO SUSTAINABILITY.

E. Toriz G<sup>1</sup>, Profesora Investigadora. A.D. García G<sup>2</sup>, Profesor Investigador. M. Aparicio P<sup>3</sup>, Presidente. J.M Díaz T<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> Sociedad Interactiva de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable.SICEDES.México.spartanmemories@hotmail.com

*Resumen– Las tecnologías emergentes son muy relevantes para fomentar el aprendizaje significativo y como impulso de un sistema educativo de calidad. Los modelos educativos basados en la adquisición de competencias, están favoreciendo la aplicación de propuestas metodológicas que fomentan la interacción, la construcción de conocimiento, el aprendizaje autónomo y cooperativo. En las disciplinas científico-tecnológicas, las prácticas reales de laboratorio son esenciales en el aprendizaje, sin embargo, existen muchas limitaciones técnicas, presupuestarias y organizativas en el uso didáctico de dichos laboratorios. Estos inconvenientes, sumados a la creciente disponibilidad de tecnología multimedia e interactiva, han facilitado la introducción de nuevas herramientas didácticas como los laboratorios remotos, que permiten simular y reproducir las condiciones de trabajo de un laboratorio experimental. Por otro lado, la demanda de energía en el mundo sigue creciendo gracias al aumento de la población mundial y al desarrollo tecnológico. La producción energética a partir de combustibles fósiles, indiscutiblemente está generando gases contaminantes que provocan el efecto invernadero y alteran drásticamente la composición de la atmósfera terrestre, por lo que las energías renovables son una alternativa prometidora para*

*aliviar las complicaciones ambientales, económicas y energéticas asociadas. Así cobra relevancia el aplicar principios de sustentabilidad para generar mecanismos y propuestas innovadoras que coadyuven a la búsqueda de la reducción de los Gases de Efecto Invernadero. Los espacios virtuales como los laboratorios remotos favorecen el aprendizaje de temas de esta naturaleza. En este trabajo se presentan los resultados de aplicar distintos sistemas de energía a partir de fuentes renovables por medio de la simulación de cambios energéticos en laboratorios virtuales con el propósito de fortalecer las competencias que permitan a los estudiantes generar estrategias y acciones específicas para impulsar el desarrollo sustentable en comunidades marginadas en México con el fin de volverlas comunidades off grid, mejorar la calidad de vida, el acceso a energía eléctrica y agua de calidad, desde diferentes perspectivas sociales y considerando la normatividad vigente. Los resultados muestran el desarrollo de competencias disciplinares y transversales con la metodología propuesta en esta investigación, debido a que las herramientas digitales permiten realizar actividades con suficiente fidelidad para lograr el aprendizaje significativo.*

*Palabras Clave — Laboratorios remotos, Principios de sustentabilidad, Energías de baja aportación de carbono, Formación de Ingenieros, Energías renovables.*

*Abstract— Emerging technologies are very relevant to promote meaningful learning and as a boost for a quality educational system. Educational models based on the acquisition of skills are favoring the application of methodological proposals that encourage interaction, knowledge construction, autonomous and cooperative learning. In scientific-technological disciplines, real laboratory practices are essential in learning, however, there are many technical, budgetary and organizational limitations in the educational use of these laboratories. These drawbacks, added to the growing availability of multimedia and interactive technology, have facilitated the introduction of new educational tools such as remote laboratories, which allow the simulation and reproduction of the working conditions of an experimental laboratory. On the other hand, the demand for energy in the world continues to grow thanks to the increase in the world population and technological development. Energy production from fossil fuels is undoubtedly generating polluting gases that cause the greenhouse effect and drastically alter the composition of the earth's atmosphere, so renewable energies are a promising alternative to alleviate the associated environmental, economic and energy complications. Thus, applying sustainability principles to generate mechanisms and innovative proposals that contribute to the search for the reduction of Greenhouse Gases becomes relevant. Virtual spaces such as remote laboratories favor the learning of topics of this nature. This paper presents the results of applying different energy systems from renewable sources through the simulation of energy changes in virtual laboratories with the purpose of strengthening the skills that allow students to generate specific strategies and actions to promote development. sustainability in marginalized communities in Mexico in order to turn them off grid communities, improve the quality of life, access to electricity and quality water, from different social perspectives and considering current regulations. The results show the development of disciplinary and transversal skills with the methodology proposed in this research, because digital tools allow activities to be carried out with sufficient fidelity to achieve meaningful learning.*

*Key Words-- Simulators, Remote laboratories, Sustainability principles, Low-carbon energy, Engineering training, Renewable energies.*

## I. INTRODUCCIÓN

La educación virtual ha sido sin duda la gran protagonista por estos tiempos debido a que ha ayudado a reducir las barreras de la distancia en la enseñanza, brindando flexibilidad respecto a los tiempos de estudio, generando contenido digital que aporta al proceso de aprendizaje adaptativo de los estudiantes. Asimismo, el aumento de las herramientas virtuales favorece el cambio del medio presencial al virtual en la educación transversal y multidisciplinaria que incluye diversas áreas o ámbitos y que a través de una organización flexible responde a las necesidades formativas de los estudiantes y los acerca a las herramientas del mundo profesional al que se enfrentarán en un futuro.

La educación a distancia se ha fortalecido en los últimos años debido a las ventajas que ofrece como son el ahorro en costos de infraestructura física, la reducción en los tiempos de desplazamiento, la accesibilidad y el desarrollo de las competencias transversales. Sin embargo, en los estudios de esta alternativa se han afrontado múltiples obstáculos y desafíos entre ellos la formación en experimentación, especialmente en áreas como las ciencias y las ingenierías donde la práctica hace parte significativa del proceso de aprendizaje.

Para subsanar esto se presentan alternativas, los Laboratorios Virtuales (LV) o los Laboratorios Remotos (LR), en el primer caso, los procesos y prácticas se desarrollan en simuladores que intentan recrear las condiciones reales del entorno, en el segundo, el estudiante realiza las prácticas en un laboratorio real localizado en un lugar remoto y lo manipula a distancia a través de internet. Estas alternativas se han utilizado cuando existen dificultades para la asistencia a las aulas físicas (Zaldívar Colado, 2019) o cuando el tiempo requerido para realizar las actividades en el laboratorio supera el asignado, o como forma complementaria a las prácticas presenciales (Masanet, et al., 2020).

Los laboratorios remotos, además de contar con un sistema computacional como los laboratorios virtuales, se basan en una arquitectura web cliente – servidor pero además, poseen toda la instrumentación, control y acceso a equipos reales lo que permite el aprovechamiento de laboratorios convencionales. Dentro de las características más importantes de los laboratorios remotos está la posibilidad de operar a distancia un equipo real con todas las perturbaciones que el entorno pueda tener, lo que permite enriquecer el proceso de aprendizaje y la consolidación de conceptos a través de la observación, interpretación, comparación y análisis de los resultados (Canu & Duque, 2015), igualmente, los LR cuentan con esquemas de seguridad que impiden el daño de equipos y puesto que son operados de manera remota no representan ningún riesgo para los usuarios, por otro lado, dan la libertad de experimentar a un ritmo propio, con pocas restricciones de horario y sin la necesidad de desplazarse hasta las instalaciones del laboratorio.

En 1989, William Wulf acuñaba el término colaboratorio para describir un centro sin paredes en el que se realizan investigaciones sin importar la ubicación física y se tiene acceso a instrumentos, datos, recursos computacionales e información de otros investigadores.

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].

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]. 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].

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. 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 y laboratorios remotos ofrecen 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.

En otro extremo, la demanda de energía en el mundo sigue creciendo gracias al aumento de la población mundial y al desarrollo tecnológico. La producción energética a partir de combustibles fósiles, indiscutiblemente está generando gases contaminantes que provocan el efecto invernadero y alteran drásticamente la composición de la atmósfera terrestre, por lo que las energías renovables son una alternativa prometedora para aliviar las complicaciones ambientales, económicas y energéticas asociadas. Así cobra relevancia el aplicar principios de sustentabilidad para generar mecanismos y propuestas innovadoras que coadyuven a la búsqueda de la reducción de los Gases de Efecto Invernadero. Los espacios virtuales como los laboratorios remotos favorecen el aprendizaje de temas de esta naturaleza.

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.

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]. Así, constantemente se trabaja en formato de laboratorio de innovación social con el propósito de vigorizar 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.

Los laboratorios de innovación son una fuente de inspiración para crear soluciones en colectivo, experimentando, dando paso a la creatividad, a la innovación, aplicabilidad, reinterpretación, sorpresa y originalidad de los factores que pueden hacer que las ideas se materialicen (Jaenicke, 2017). Los laboratorios de innovación hacen frente a los retos complejos que las sociedades actuales enfrentan, dichos retos son analizados y atendidos por grupos interdisciplinarios

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 responsabilidad de formar egresados que resuelvan problemáticas sociales que viven cotidianamente las comunidades vulnerables, de las grandes emisiones de gases de efecto invernadero que se emiten a la atmósfera por la producción de energía mediante combustibles fósiles y de la necesidad energética que tienen estas comunidades, en el Tecnológico de Monterrey se han realizado diversas acciones centradas en la persona, para fortalecer las competencias disciplinares y transversales de los estudiantes, 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 el uso de laboratorios remotos 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.

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. Por ejemplo, medir el incremento del aprendizaje significativo de los contenidos de sustentabilidad, economía circular, electricidad y electrónica de potencia, tecnologías de baja aportación de carbono, comunidades off grid, 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 distintos sistemas de energía a partir de fuentes renovables por medio de la simulación de cambios energéticos en laboratorios remotos con el propósito de fortalecer las competencias que permitan a los estudiantes generar estrategias y acciones específicas para impulsar el desarrollo sustentable en comunidades marginadas en México con el fin de volverlas comunidades off grid, mejorar la calidad de vida y el acceso a energía eléctrica y agua de calidad, desde diferentes perspectivas sociales y considerando la normatividad vigente.

Surgiendo las siguientes preguntas de investigación; ¿Cuáles son las competencias que desarrollan los participantes de un laboratorio de innovación social sobre sustentabilidad energética? ¿es posible despertar el interés del total de los estudiantes participantes mediante el uso de laboratorios remotos para lograr aprendizajes significativos en energías renovables? ¿Mediante los laboratorios remotos es posible conectar a los estudiantes en la búsqueda de obtener soluciones para logra un mundo sustentable?

## II. METODOLOGÍA

### A. Hipótesis

El uso de laboratorios remotos en el aprendizaje de las energías de bajas emisiones de carbono fortalece las competencias disciplinares y transversales en los estudiantes para generar estrategias y acciones específicas que impulsan el desarrollo sustentable en comunidades marginadas

### 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 referentes al compromiso con la sustentabilidad 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.

### III. RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos, los laboratorios remotos ofrecen al estudiante una experiencia muy enriquecedora al trabajar con instrumentos reales pero manipulados a distancia a través de internet. El estudiante al ingresar los datos y ver los cambios en tiempo real obtiene percepciones de manipulación experimental como se hace presencial en el laboratorio físico

El uso de laboratorios remotos es una alternativa viable ante la necesidad de tener programas virtuales o combinados en el área de las ciencias e ingeniería

El aporte del laboratorio remoto para el aprendizaje es satisfactorio. 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 laboratorios remotos están diseñados para plantear retos a los estudiantes y que el proceso de aprendizaje se convierta en una experiencia formativa, permiten aplicar los conocimientos adquiridos y desarrollar habilidades en la toma de decisiones en diferentes ámbitos, acordes al estudio de las energías de baja aportación de carbono.

El aprendizaje con los laboratorios remotos 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 laboratorios remotos 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 resolvieron problemas reales en el simulador.

Como se observa en la Tabla 1, Las calificaciones de los test, quizzes y en general las evaluaciones presentan una clara mejoría comparados con los de la misma materia que se enseña por el método tradicional, es decir, los estudiantes complementaron su formación académica, las evidencias demuestran que su aprendizaje se incrementó en un promedio de 20 puntos comparado con el grupo control.

TABLA 1.  
CALIFICACIONES PROMEDIO OBTENIDAS  
APLICANDO EL USO DE LABORATORIOS REMOTOS

Semestre/ Metodología Junio - Diciembre 2020	Calificación Promedio	Calificación +/- D.S
Tradicional	72	72 +/- 1.1
Laboratorios remotos	92	982+/- 0.99

Con respecto a la evaluación de la competencia disciplinar Compromiso con la sustentabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

a) En la evidencia se observa el análisis y la aplicación correcta de los estándares, normas, leyes, tratados y acuerdos nacionales e internacionales a la situación analizada con 90 de calificación promedio.

b) Con calificación de 93 demuestra el uso correcto de palabras, analogías o ejemplos que hacen inteligible la explicación.

c) Presentan adecuadamente la citación de las fuentes utilizadas con calificación promedio de 98.

d) Con calificación promedio de 91, los estudiantes evaluados presentan en su evidencia, el dominio conceptual de los estándares, tratados, leyes, normas y/o regulaciones nacionales e internacionales actualizadas y vigentes, que aplican a la situación problema analizada.

e) Con 90 de calificación, presentan argumentos precisos al defender la aplicación de los tratados estándares, normas, leyes y/o acuerdos nacionales e internacionales, que aplican a la situación analizada.

f) Los estudiantes presentan dominio de los objetivos del desarrollo sustentable y sus indicadores con una calificación promedio de 91.

g) En cuanto a los Principios de sustentabilidad con calificación de 98 los estudiantes presentan evidencia de la correcta y completa inclusión de conceptos como responsabilidad compartida, equidad, equidad intra e intergeneracional y principio de preocupación.

h) Con calificación promedio de 90 presentan aseveraciones y argumentos basados en principios teóricos, así como un análisis multidimensional del desarrollo sostenible de manera precisa.

i) Presentan explicaciones que identifican claramente las dimensiones del desarrollo sostenible con una calificación promedio de 95.

De acuerdo con el estudio de satisfacción realizado a los estudiantes objeto de estudio los laboratorios tienen un grado muy alto de usabilidad, es decir, son sencillos de usar por lo que el usuario encuentra satisfechas sus consultas y cómodo su uso, apoya la consolidación del conocimiento, favorece el desarrollo del aprendizaje y permite flexibilidad en los tiempos de ejecución de las actividades.

En cuanto al aporte al aprendizaje, los estudiantes manifestaron que el laboratorio remoto permite reforzar el aprendizaje de la generación de distintos tipos de energías con baja aportación de carbono.

Respecto a la viabilidad que brinda los laboratorios remotos para la educación combinada en áreas experimentales manifestaron que el laboratorio remoto presenta en un nivel alto la sensación de estar en un entorno real, presenta en un grado alto la semejanza de la experimentación presencial, generó una satisfacción y facilidad en el proceso de

experimentación y finalmente, los estudiantes manifestaron que el laboratorio remoto incide en la construcción de un aprendizaje específico.

La tabla 2, presenta el análisis estadístico de los resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción a 90 estudiantes participantes, el cálculo de la media, la desviación estándar, y el valor mínimo y máximo por cada ítem del instrumento de evaluación.

TABLA 2.  
RESULTADOS DE ENCUESTA DE SATISFACCIÓN  
USO DE LABORATORIOS REMOTOS

Item evaluado	Media	D.S	Min	Max
Usabilidad	4.5	0.88	3	5
Consolida el conocimiento	4.3	0.99	2	5
Favorece el aprendizaje	4.4	1.09	1	5
Flexible en tiempo y ejecución de actividades	4.7	1.06	3	5
Comprensión de principios de energías verdes	4	1.13	2	5
Percepción de trabajo en entorno real	3.9	1.11	2	5
Facilita el proceso de experimentación	4.1	1.17	1	5

Los resultados obtenidos validan el uso de los laboratorios remotos 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 de diferentes tipos de energías renovables.

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 92 % de los encuestados considera que el simulador es útil para realizar ejercicios fuera de clases y ampliar sus conocimientos. El 8 % restante está parcialmente de acuerdo.

El 95 % expresa que le ayudó a mejorar su rendimiento académico. El 89% 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.

#### IV. CONCLUSIONES.

Se presentan los resultados del impacto del uso de laboratorios remotos en el aprendizaje de los principios de las energías renovables, 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.

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 para los diferentes tipos de energías renovables.

El uso de laboratorios remotos es reconocido por los estudiantes como innovador y pertinente, debido a que les permitió aprender acerca de las energías de bajas emisiones de carbono y su importancia para mitigar el gran reto de nuestro tiempo, el cambio climático, poder comprender lo que significa el calentamiento global, explicar lo que ocurre en nuestro entorno y generar propuestas y estrategias para transformar una comunidad vulnerable en off grid.

La ejecución de un laboratorio remoto, 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 se desarrolló con la generación de energías renovables.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones de todos los temas tratado en las materias y unidades formativas en las que se realizó el estudio, evidencian un porcentaje importante de mejora; lo que demuestra que el uso de laboratorios remotos 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 laboratorios remotos, 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.

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

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 observa el fortalecimiento de la competencia compromiso con la sostenibilidad.

Gracias al uso de la tecnología fue posible trabajar en un laboratorio social de innovación al vincularse con especialistas reconocidos, autoridades gubernamentales, delegados y habitantes de comunidades vulnerables para encaminarse a cumplir el reto destinado transformarla a una comunidad off grid y 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