

Impact of Technology on the sustainable development of vulnerable communities in the State of Mexico.

E. Toriz G¹, Profesora Investigadora. A.D. García G², Profesor Investigador. M. Aparicio P³, Presidente.
J.M Díaz T⁴, Profesor.

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

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

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

⁴ Sociedad Interactiva de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable.SICEDES.México.manueldiaztoriz@gmail.com

Abstract– A community is in a vulnerable situation when its inhabitants have at least one social deficiency in six indicators: educational lag; access to health services; access to social security; quality and spaces of the home; basic services in housing and access to food. Furthermore, if your income is insufficient to acquire the goods and services you require to satisfy your primary needs. Vulnerability is associated with inequality, which tends to weaken social cohesion and economic growth, as well as incite social tensions, instability and conflict, which affects everyone on the planet. Therefore, it is essential to act to promote common well-being.

To promote prosperity in communities, the Social Innovation Laboratories have been created, at Tecnológico de Monterrey, spaces that link the university with the community, to solve real problems, through the application of innovation and technology processes.

The objective is to develop disciplinary and transversal skills through interaction with inhabitants of vulnerable communities, executing actions based on engineering, chemical, and biotechnological processes and applying emerging technologies in the production of goods and services to transform these communities into sustainable ones.

The results demonstrate great scope and mutual benefits: for students the increase in meaningful learning and the development of disciplinary and transversal competencies; for communities the gradual transformation towards a better quality of life on the path of sustainable development.

Key Words-- *Social innovation laboratories, Educational innovation, Higher education, Sustainable development, Professional education.*

Impacto de la Tecnología en el desarrollo sustentable de comunidades vulnerables en el Estado de México.

E. Toriz G¹, Profesora Investigadora. A.D. García G², Profesor Investigador. M. Aparicio P³, Presidente.
J.M Díaz T⁴, Profesor.

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

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

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

⁴ Sociedad Interactiva de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable.SICEDES.México.manueldiaztoriz@gmail.com

Resumen– Una comunidad se encuentra en situación de vulnerabilidad cuando sus habitantes tienen al menos una carencia social en seis indicadores: rezago educativo; acceso a servicios de salud; acceso a la seguridad social; calidad y espacios de la vivienda; servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación. Además, si su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades primarias. La vulnerabilidad está asociada con la desigualdad, la cual tiende a debilitar la cohesión social y el crecimiento económico, así como a incitar las tensiones sociales, la inestabilidad y los conflictos, lo cual incide en todos los habitantes del planeta. Por lo que es imprescindible actuar para impulsar el bienestar común.

Para promover la prosperidad en las comunidades, en el Tecnológico de Monterrey se han creado los Laboratorios de Innovación Social, espacios que vinculan la universidad con la comunidad, para resolver problemas reales, mediante la aplicación de procesos de innovación y tecnología.

El objetivo es desarrollar competencias disciplinares y transversales mediante la interacción con habitantes de comunidades vulnerables ejecutando acciones basadas en procesos ingenieriles, químicos, biotecnológicos y aplicando tecnologías emergentes en la producción de bienes y servicios para transformar estas comunidades en sustentables.

Los resultados demuestran grandes alcances y beneficios mutuos: para los estudiantes el incremento en el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias disciplinares y transversales; para las comunidades la transformación paulatina hacia una mejor calidad de vida en la ruta del desarrollo sustentable.

Palabras Clave — Laboratorios de innovación social, Innovación educativa, Educación superior, Desarrollo sustentable, Educación profesional.

I. INTRODUCCIÓN

El concepto de desarrollo sostenible quedó definido en el documento Nuestro Futuro Común o Informe de Brundtland, elaborado en 1987 por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD), en el que se define como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” [1].

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Uno de los temas en los que la Comisión centró su atención es el de población y recursos humanos, resaltando que la población mundial sigue creciendo a un ritmo muy acelerado, especialmente si ese incremento se compara con los recursos disponibles en materia de vivienda, alimentación, energía y salud. Formulando propuestas al respecto: a) reducir los niveles de pobreza; b) mejorar el nivel de la educación; c) distribuir adecuadamente la alimentación; d) considerar como política de atención prioritaria a especies y ecosistemas que están en peligro; e) basar en el consumo de energía en recursos renovables; f) usar tecnología anticontaminante que es más efectiva desde el punto de vista de costos en términos de salud, prevención del daño ambiental y rentabilidad al realizar un mejor manejo de los recursos; g) suministrar a las poblaciones en crecimiento, la tierra, los servicios y la infraestructura necesarios para una adecuada forma de vida: agua limpia, sanidad, colegios y transporte [2].

A más de 30 años de la declaración hecha por CMMAD, las posibilidades de desarrollo están restringidas por un modelo de vida de producción y consumo que genera el deterioro progresivo de aire, suelo, agua, clima, lo cual incide en la alimentación, amenaza la calidad de vida y la supervivencia de los habitantes del planeta, provocando desequilibrios territoriales, económicos y sociales que generan migraciones masivas, desigualdad, injusticia y violencia [3].

En septiembre de 2015, la Organización de las Naciones Unidas definió la Agenda 2030 [4] con 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Erradicar la pobreza extrema en todo el mundo es un objetivo fundamental para el desarrollo sostenible.

De acuerdo al Informe 2023 de las Naciones Unidas sobre el progreso de los ODS, es hora de hacer sonar la alarma, pues a solamente 6 años, el cumplimiento de lo establecido en los ODS está experimentando problemas graves. La evaluación de datos disponibles de 140 metas, indica que más del 30 % no han avanzado y el 50 % están moderada o gravemente desencaminadas.

De seguir esta tendencia: a) 575 millones de personas seguirán viviendo en la pobreza extrema en 2030; b) solamente un tercio de los países habrán cumplido la meta de reducir a la mitad el nivel nacional de pobreza; c) el hambre seguirá creciendo en el mundo, lo cual es alarmante; d) los precios de los alimentos seguirán elevándose.

En el ámbito de la educación, las repercusiones de años de inversiones insuficientes y pérdidas de aprendizaje son tales que en 2030 habrá unos 84 millones de niños sin escolarizar y 300 millones de niños o jóvenes abandonarán la escuela sin saber leer ni escribir [5].

Con respecto al dióxido de carbono, su concentración sigue en aumento, de seguir a este ritmo, las fuentes de energía renovable, solo generarán una porción pequeña de energía conduciendo a que 660 millones de personas sigan sin electricidad y dos mil millones de personas dependerán de combustibles y tecnologías contaminantes para cocinar.

En México la pobreza y la pobreza extrema son muy preocupantes. De acuerdo a los reportes Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) el 48.8% de la población es pobre, mientras que el 16.8% es extremadamente pobre [6], [7]. La línea de pobreza extrema es equivalente al valor total de la canasta alimentaria básica per cápita por mes [8]. El hecho de que la mitad de la población mexicana no puede adquirir la canasta básica y que una quinta parte de la población ni siquiera puede obtener una canasta alimentaria básica es extremadamente preocupante. El estancado comportamiento del fenómeno de la pobreza a lo largo de los años requiere una acción inmediata, especialmente para un gobierno que ha establecido la erradicación de la pobreza como una prioridad nacional [9].

En el marco de su responsabilidad sostenible y para ayudar a resolver el gran desafío actual para la humanidad que es adaptarnos a la capacidad de un planeta en la época del Antropoceno [10], [11], [12], el Tecnológico de Monterrey decidió adquirir el compromiso de contribuir al cumplimiento de las metas establecidas en la Agenda 2030, por considerar que la sostenibilidad, junto con la integridad, constituyen el eje central para encaminar a la sociedad hacia un futuro que garantice el bienestar de quienes ya están y de quienes aún no han llegado a la Tierra, así se han creado los Laboratorios de Innovación Social [13], [14] cuyo propósito es planificar e implementar acciones concretas de sostenibilidad ambiental, económica y social, precedidas por el objetivo que orienta cada acción y los indicadores operativos que permiten el seguimiento de su cumplimiento para dar cuenta a la comunidad universitaria y a la sociedad de los objetivos alcanzados.

Así, conscientes de la gran labor que representa encaminar a las personas hacia un desarrollo sostenible, en el Tecnológico de Monterrey esta acción se centra en la persona, con el propósito de generar agentes de cambio que se sumen a enfrentar los retos que conlleva desarrollarse sosteniblemente.

Los Laboratorios de Innovación Social de la Escuela de Ingeniería y Ciencias del Tecnológico de Monterrey (LISEIC), son espacios de colaboración para la acción que se clasifican en áreas de especialización.

En estos laboratorios se reúnen personas de los diversos sectores de la sociedad involucrados en la solución de retos presentes en problemáticas sociales reales.

Para resolver estos retos se aplican procesos de innovación y tecnologías emergentes [15] con dos propósitos fundamentales:

1) desarrollar y/o fortalecer competencias disciplinares y transversales de los estudiantes [16], mediante el análisis, propuestas de solución y elaboración de productos para ser donados a una comunidad vulnerable,

2) transformar progresivamente a la comunidad vulnerable en una comunidad sostenible.

Mediante los Laboratorios de Innovación Social especializados en Ingeniería del Agua (LISIA), y en Sustentabilidad Energética (LISSE), se promueve el fortalecimiento de redes de colaboración entre los diferentes agentes de la sociedad.

Se logra vincular la universidad con la comunidad. Siendo muy importante la acción de las personas, la activación de la participación ciudadana se logra mediante estrategias de prácticas universitarias, extensión, proyección social y la sociedad civil.

LISIA surge con el propósito de que los estudiantes generen acciones contundentes, desarrollen y fortalezcan competencias que les permitan diseñar, construir y operar sustentablemente sistemas de abastecimiento de agua potable. Se consideran la normatividad establecida y el manejo integral del entorno natural para satisfacer de manera óptima las necesidades de una determinada población.

Un reto primordial a resolver es la construcción de líneas de conducción de agua potable para las comunidades vulnerables que la necesitan. Esto se logra mediante la interacción dinámica y continua con especialistas en Ingeniería Sustentable del Agua: profesores, investigadores, gobierno (presidente municipal, delegados comunales, representantes de organismos federales y estatales de agua potable), socios formadores y los integrantes de la sociedad civil que requieren los beneficios del agua potable.

Todos trabajando colaborativa y cocreativamente con los estudiantes para guiarlos hacia la mejor solución del reto propuesto.

Las acciones realizadas en el Laboratorios de Innovación Social especializados en Sustentabilidad Energética (LISSE) son muy similares a lo realizado en LISIA. El propósito fundamental es formar egresados que resuelvan las problemáticas sociales que viven cotidianamente las comunidades vulnerables y que sean capaces de: a) cuantificar la gran cantidad de toneladas de bióxido de carbono equivalente que se emiten a la atmósfera debido a la generación de energía mediante combustibles fósiles; b) proponer soluciones para mitigar estas emisiones; c) reconocer la enorme necesidad de acceso a los servicios de energía que tienen estas comunidades; y d) de impulsarlas hacia un desarrollo que las transforme en comunidades off grid mediante la aplicación de tecnologías de baja aportación de carbono.

En este trabajo se presentan los resultados del trabajo colaborativo e interactivo realizado en LISEIC, aplicando tecnologías emergentes, con el objetivo de incrementar el aprendizaje significativo [17] y fortalecer las competencias que permitan a los estudiantes generar estrategias y acciones específicas para impulsar el desarrollo sustentable en comunidades marginadas de México y transformar progresivamente comunidades vulnerables en comunidades sostenibles.

El objetivo general es elaborar un plan de prosperidad con apoyo de las tecnologías emergentes que contenga propuestas innovadoras para dar solución a problemas de una comunidad vulnerable a través de los elementos del desarrollo sostenible. Impulsando a la población hacia el inicio de un cambio en su calidad de vida y de su transformación paulatina hacia una comunidad inteligente y sostenible.

Los resultados demuestran logros y beneficios mutuos: el desarrollo de competencias disciplinares y transversales de los estudiantes participantes y la transformación paulatina de las comunidades hacia una mejor calidad de vida.

II. METODOLOGÍA

A. Hipótesis

La transformación paulatina de comunidades vulnerables hacia la sustentabilidad es posible si se analizan y resuelven sus problemáticas reales en los Laboratorios de Innovación Social mediante la aplicación de tecnologías emergentes y procesos de innovación, al mismo tiempo que se fortalece el aprendizaje significativo de los estudiantes gracias a su interacción con habitantes de estas comunidades y con especialistas en los temas a resolver.

B. Diseño

Métodos mixtos [18], se aplicó en esta investigación, lo que permite la recolección, análisis y vinculación de datos cualitativos y cuantitativos en un mismo estudio.

- 1) Investigación documental: bibliográfica, hemerográfica, consulta en revistas especializadas, en medios electrónicos y entrevistas con especialistas. Antecedentes del tema de investigación.
- 2) Selección de las referencias.
Grupos de estudio: grupos control y de investigación.
Elegir la COMUNIDAD A TRANSFORMAR
- 3) Investigación del contexto (diagnóstico) de la comunidad.
- 4) Implementación de las herramientas de aprendizaje significativo a evaluar.
- 5) Recursos educativos y tecnológicos:
 - 5.1. Técnica didáctica uso de simuladores [19], [20], [21], [22] y software EPANET [23], Google Earth.
 - 5.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG) [24], ARC VIEW GIS Environmental Systems Research Institute, 3D Analyst [25].

5.3. Plataformas y laboratorios de tecnologías CANVAS, eLumen, Zoom, MiTec, Remind, Respondus, Miro, Refinitiv, Laboratorios Remotos, el Centro de Inteligencia para la Educación, Mostla, Realidad Aumentada [25], y Realidad Virtual, Edutools TEC, VRTEC Challenge [26], Experimentación de Plataformas de Aprendizaje [27] Google G Suite for Education [28], Liquid Galaxy [29] y Buenas Prácticas de la Escuela de Ingeniería y Ciencias [16].

- 6) Construcción de propuestas con estrategias y acciones específicas para impulsar el desarrollo sustentable en comunidades marginadas de México, acceso a educación de calidad, energía sustentable, tecnologías de baja aportación de carbono, suministro de agua potable, agricultura orgánica, sistemas de riego inteligentes para mejorar la calidad de vida, de acuerdo con la normatividad vigente.
- 7) Aplicación de Rúbricas de Evaluación.
- 8) Obtención de resultados.
- 9) Análisis de resultados Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).
- 10) Conclusiones.

C. Definición de la muestra

Los resultados de los estudios aquí reportados se realizaron durante los periodos lectivos de los años 2022 y 2023. En las materias Procesos Ecológicos para el Desarrollo Humano, la Sustentabilidad en el ejercicio profesional de un ingeniero, el Bloque Alternativas para el Desarrollo del Sector Energético y el Bloque Análisis del Comportamiento de Sistemas hidráulicos [16].

Un total de 250 estudiantes interactuó en los Laboratorio de Innovación Social en Ingeniería del Agua y de Sustentabilidad Energética de la Escuela de Ingeniería y Ciencias. Adicionalmente, cien estudiantes trabajaron como grupo control.

Las comunidades seleccionadas pertenecen al Municipio de Villa del Carbón: Piequexhimo y San Luis Taxhimay.

D. Instrumentos de medición

- Quizzes para evaluación diagnóstica y evaluación final.
Exámenes argumentativos durante la exposición de proyectos. Rúbricas de evaluación durante la elaboración y defensa de proyectos.
Plataforma para presentar las evidencias del uso de las herramientas tecnológicas software EPANET, Google Earth. Sistemas de Información Geográfica (SIG).ARC VIEW GIS del Environmental Systems Research Institute, 3D Analyst. Plataforma para presentar las evidencias del uso del simulador y del laboratorio remoto MOOC Lab (Massive Open Online Course).
Likert encuestas. Focus groups. Evidencias de evaluación de cambio de actitud [30], trabajo colaborativo [31] y liderazgo [32]. Análisis estadístico SPSS. Coeficiente de consistencia interna Alfa de Cronbach.

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

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 [30], [31], [32].

Adicionalmente para evaluar el impacto de la innovación propuesta en el rendimiento académico, se aplicaron exámenes argumentativos orales y escritos (presentaciones, ensayos).

Para evaluar los exámenes argumentativos, los estudiantes exponen ante sus compañeros, maestros y jueces invitados, explicando cómo operan las soluciones que proponen, defendiendo mediante argumentos estructurados y coherentes fundamentados en conceptos, teorías y principios de las ciencias naturales, matemáticas y computación.

E. Procedimiento

- 1) Estudiar el contexto de las comunidades vulnerables seleccionadas.
- 2) Establecer las problemáticas a solucionar.
- 3) Elaborar los indicadores de medición, validarlos y seleccionar los que ya están validados con alto grado de confiabilidad y correlación.
- 4) Aplicar elementos narrativos que proporcionan motivación inicial y a largo plazo.
- 5) Generar los 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 las herramientas tecnológicas: Laboratorio de Innovación Social especializados en Ingeniería del Agua (LISIA) con marco en la sustentabilidad del agua y Laboratorio de Innovación Social especializados en Sustentabilidad Energética (LISSE).
- 6) Contactar a todos los integrantes de los diversos sectores involucrados en la solución a la problemática observada a resolver.
- 7) Fortalecer redes de colaboración entre los diferentes agentes de la sociedad vinculando la universidad con la comunidad, activando la participación ciudadana mediante estrategias de prácticas universitarias, extensión, proyección social, y la sociedad civil.
- 8) Seleccionar las herramientas tecnológicas a usar de acuerdo a la temática y la problemática a resolver.
- 9) Realizar la dinámica en equipo para fomentar el trabajo colaborativo.
- 10) Hacer la evaluación diagnóstica.
- 11) Mostrar la temática y problemática a aprender y resolver.

- 12) Proponer las soluciones respectivas.
- 13) Evaluar las soluciones propuestas.
- 14) Elaborar los entregables.
- 15) Entregarlos a las comunidades.
- 16) Llevar a cabo la evaluación de los resultados de aprendizaje mediante test, Quizzes para las evaluaciones diagnóstica y final.
- 17) 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.
- 18) Comparar los resultados obtenidos con los grupos de investigación vs el grupo de control.
- 19) Evaluar los resultados con base a los instrumentos de medición descritos en el punto D.
- 20) Aplicar encuestas de satisfacción a todos los participantes.
- 21) Realizar el estudio estadístico mediante el software SPSS.
- 22) Comparar los resultados obtenidos con los grupos de investigación vs el grupo de control.

III. RESULTADOS

Como resultado del análisis de los municipios del Estado de México que se encuentran en condiciones de pobreza y pobreza extrema, se seleccionaron dos comunidades del Municipio de Villa del Carbón del Estado de México para acompañarlas en su transformación hacia el progreso para lograr paulatinamente su desarrollo sustentable y una mayor calidad de vida: Piequexhimo y San Luis Taxhimay.

A. Breve contexto de la comunidad

Piequexhimo. Esta localidad se encuentra a 8 kilómetros aproximadamente del centro del municipio. Con población indígena otomí. Hay 387 habitantes y está a 2,631 metros de altura sobre el nivel del mar. Hay un total de 48 hogares. 22 tienen piso de tierra y la mayoría consisten de una sola habitación. 5 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias. Sin acceso a la luz eléctrica. La mediana escolaridad entre la población es de 4 años.

San Luis Taxhimay. La zona Taxhimay se encuentra aproximadamente a 24 kilómetros del centro del municipio. Hay 2599 habitantes y está a 2245 metros de altura. 9% de la población es analfabeta. La mediana escolaridad entre la población es de 5 años. Con población indígena otomí.

B. Beneficios para las comunidades

Para estas comunidades seleccionadas los estudiantes que participaron elaboraron el Plan Inteligente de Prosperidad y de Transformación de Comunidades Vulnerables hacia la Sustentabilidad (SUSTENTA).

Este plan contiene propuestas innovadoras apoyadas en tecnologías emergentes como Realidad aumentada; Realidad virtual; Inteligencia artificial; Plataformas de aprendizaje adaptativo y Herramientas de colaboración en línea.

El plan de mejora presenta soluciones a problemas específicos de las comunidades vulnerables a través de los elementos del desarrollo sostenible, impulsándolas hacia un cambio en su calidad de vida y al inicio de su transformación hacia una comunidad inteligente y sostenible.

Se consideraron los siguientes elementos a integrar a medida que la comunidad vaya progresando: 1) Competitividad y productividad; 2) Movilidad sustentable y segura; 3) Administración sustentable de los recursos; 4) Habitantes con acceso a la educación; 5) Calidad de vida; 6) Participación ciudadana en las decisiones del gobierno en curso.

Para su logro exitoso, este proyecto se sustenta en los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas, especialmente en el número 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES que se aplica al entregar a la comunidad el Plan Inteligente de Prosperidad y de Transformación de Comunidades Vulnerables hacia la Sustentabilidad (SUSTENTA), el cual promueve la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación y la adaptación al cambio climático.

Además, están entrelazadas metas de los otros 16 ODS a través de la generación de propuestas que contienen soluciones sostenibles con el fin de apoyar en la transformación de las comunidades vulnerables a comunidades prósperas, lo que permite ampliar la perspectiva global del participante al profundizar en temas de desarrollo sostenible, cambio climático y energías alternativas.

En cada comunidad se realizó un estudio de investigación cuyo resultado fue establecer el contexto e identificar las principales necesidades y problemáticas a resolver. Con este criterio inicial, se realizaron reuniones de trabajo con los representantes de los diversos sectores de la sociedad en los Laboratorios de Innovación Social de la Escuela de Ingeniería y Ciencias con especialidades en educación ambiental, economía sostenible, gestión integral de residuos, alimentación orgánica, ingeniería del agua, gestión hídrica, sustentabilidad energética y tecnologías emergentes.

Los estudiantes que interactuaron y siguen interactuando en estos laboratorios son estudiantes de ingeniería, así como de negocios, finanzas, arquitectura, ciencias sociales y licenciados en derecho, lo cual resulta muy interesante pues al formar equipos multidisciplinarios cada participante aporta desde su disciplina de estudio. Todos alumnos de las materias Procesos Ecológicos para el Desarrollo Humano; la Sustentabilidad en el ejercicio profesional de un ingeniero; el Bloque Alternativas para el Desarrollo del Sector Energético; y del Bloque Análisis del Comportamiento de Sistemas hidráulicos que es específico para estudiantes de la carrera de ingeniería civil.

En los Laboratorio de Innovación Social en Ingeniería del Agua y de Sustentabilidad Energética de la Escuela de Ingeniería y Ciencias, los alumnos, en equipos multidisciplinarios, resolvieron los retos presentes en problemas reales de la comunidad, apoyados con la participación de:

a) Presidente municipal, Secretario de Desarrollo Social, Director de Agua Potable, Delegados y habitantes de las dos comunidades del municipio de Villa del Carbón.

b) Profesor investigador en ingeniería hidráulica.

c) Profesor investigador en Desarrollo Sustentable.

d) Profesor investigador en Energías de bajas emisiones de carbono.

Específicamente para retos relacionados con el agua, además interactuaron con:

e) Representantes de CONAGUA y del Sistema Estatal de Agua y Saneamiento.

f) Como socio formador principal expertos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Para generar soluciones a los retos relacionados con la sustentabilidad energética, además interactuaron con:

g) Representantes de la Comisión Federal de Electricidad.

h) Como socio formador principal expertos de la Secretaría de Energía (SENER) y de la Agencia de Cooperación Alemana Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Como resultado de las acciones realizadas en los laboratorios de innovación social se generó:

1) Análisis de la situación de la comunidad; 2) Diagnóstico comunitario; 3) Identificación de las necesidades o problemáticas existentes en la comunidad; 4) Selección de al menos dos áreas de oportunidad con un impacto importante para el desarrollo exitoso de las propuestas de solución; 5) Los estudiantes presentaron propuestas de solución innovadoras y viables de ser implementadas por la comunidad en las áreas de oportunidad identificadas, que, mediante acciones sostenibles, logren la optimización de algún proceso para incrementar su calidad de vida; 6) Se construyeron los entregables que fueron aceptados al presentar las propuestas ante la comunidad; y 7) Entregaron a los habitantes de la comunidad los productos construidos durante el reto.

Los entregables se donaron en forma de: prototipo, maqueta, póster, manual, folletos o trípticos con las indicaciones de las propuestas de solución a los problemas y necesidades detectadas durante la fase diagnóstica para que la comunidad consideraran su implementación. Una vez aceptadas, se procedió a hacer la gestión para la realización de la propuesta.

Las comunidades con las que se ha iniciado la transformación son indígenas de origen otomí que se dedican a la agricultura, cerámica y otras artesanías como el punto de cruz.

Entre las acciones que se encuentran dentro del Plan Inteligente de Prosperidad y de Transformación de Comunidades Vulnerables hacia la Sustentabilidad (SUSTENTA) y que se aplicaron en las comunidades están:

1. Educación

Se colaboró en los programas de educación preescolar y secundaria conjuntamente con padres de familia, autoridades y con jóvenes seleccionados por el Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE), organismo descentralizado de la Secretaría de Educación Pública (SEP), evitando la migración de estudiantes a otras localidades.

CONAFE tiene como tarea brindar servicios de educación básica, desde la primera infancia a niños y adolescentes que habitan en localidades de alta y muy alta marginación del país, en las que no es posible contar con los servicios educativos.

En este caso las comunidades ya contaban con escuela primaria, sin embargo, para educación preescolar (de 0 a 6 años de edad) y la educación secundaria es necesario emigrar a otros lugares, para evitarlo, los padres de los niños que participan en este programa prestaron un espacio para habilitarlo como escuela y los jóvenes estudiantes inscritos en CONAFE, conjuntamente con los estudiantes del Tecnológico de Monterrey, se coordinaron para diseñar y dar seguimiento a programas educativos de calidad; y así contar con un espacio educativo, que además posee un lugar de recreación y alimentación sana para los educandos.

Se comenzó por transformar el espacio en escuela, arreglarla, pintarla, establecer y acondicionar zonas de recreación y de alimentación.

Se aplicó un Programa de Educación que incluye los temas de EDUCACIÓN AMBIENTAL para conscientizar en los temas de emergencia climática, emergencia hídrica, crisis energética y manejo integral de residuos.

En esta línea, se capacitó a padres de familia, instructores y educandos, en la separación de desechos para evitar la generación de basura en su comunidad. Se les enseñó a hacer composta y se les apoyó a instalar composteros para transformar los residuos orgánicos en material nutritivo, así como recolectar los lixiviados para utilizarlos como fertilizantes en sus cultivos.

Con el propósito de hacer más amenos estos aprendizajes se aplicó la gamificación y juegos construidos por los alumnos con Unity 3D.

Algunos desechos se reutilizaron para elaborar muebles: sala-comedor a partir de botellas de PET, bancos para sentarse también con PET. Llantas se utilizaron para construir asientos con compartimientos para almacenar productos personales. Con estos mismos materiales se construyeron maceteros, jardines verticales y especieros de plantas naturales para tener en la cocina y contar con plantas aromáticas a la mano.

Con la ropa se realizó un sistema de trueque para reutilizar este tipo de desechos y evitar que formen basura.

Con el propósito de proporcionar alegría a la comunidad, los estudiantes se dieron a la tarea de coleccionar artículos para premiarlos por sus excelentes resultados y estimularlos a seguir en la línea de la mejora continua. Entre los artículos donados hubo libros, cuadernos, artículos escolares, ropa, zapatos, juguetes, utensilios para el hogar y para el trabajo. Con estos artículos se organizó un bazar en donde todos los integrantes de la comunidad elegían el artículo que más les gustara y/o necesitara.

Adicionalmente se impartieron cursos de primeros auxilios pues los servicios de salud también están alejados.

2. Alimentación

Para garantizar un mejor acceso a la alimentación, se les capacitó para tener productos sanos libres de agroquímicos por diversas metodologías como: cultivos por hidroponía; invernadero con sistema de riego inteligente, se crearon camas de cultivo orgánico con los cuidados necesarios para tener alimentación sana libre de agroquímicos. Los papás y los niños cuidaron los cultivos y cosecharon.

Los fertilizantes que se utilizaron fueron los obtenidos por la composta y lixiviados que ellos mismos elaboraron. Para la protección de plagas se utilizaron plantas nativas del lugar y/o que se cultivan en la misma comunidad como la salvia, crisantemos, menta, hierbabuena, orégano, caléndula, ruda, albahaca, tomillo, ajo, romero, perejil, anís y cilantro. Estas plantas se colocan en lugares estratégicos para la protección natural de sus cultivos.

Se crearon bancos de germoplasma con semillas nativas de cada comunidad para evitar las semillas transgénicas. En este sentido se tiene el cuidado para que las comunidades circundantes estén en el mismo tenor de no realizar cultivos que contaminen. Se establecieron convenios para lograrlo.

Gracias a que la producción de alimentos orgánicos ha sido un éxito, y han abastecido sus requerimientos de alimentación, se les impartió capacitación para elaborar conservas y poder contar con alimentos a mayores plazos. Así mismo se les capacitó en la construcción de secadores solares para poder conservar sus cosechas por mayor tiempo.

También se les apoyó para formar una organización para participar en el tianguis de productos orgánicos. En este sentido se les ha apoyado a:

- a) Incluir en el tianguis orgánico, además de los productos cosechados, alimentos preparados con los bienes agrícolas orgánicos.
- b) Preparar folletos, dípticos y trípticos para hacer difusión de todo lo que realizan, durante los eventos.
- c) Dar difusión en la página de Facebook del tianguis sobre la preparación de alimentos, así como de la fabricación de los otros bienes y servicios que ahí se ofertan. Entre los servicios que ofrecen está el dar capacitación de los temas que se les ha enseñado. Es decir, se ha logrado un efecto multiplicador de buenas prácticas.

- d) Comenzar la recopilación de información de visitantes al tianguis, interesados en el consumo de productos orgánicos y sus ubicaciones.
- e) Ampliación de los métodos de pago en el tianguis para incluir medios digitales, así como la venta en línea de productos artesanales.
- f) Desarrollo de un sitio web que incluye información de productores a detalle, para aspectos de trazabilidad, recetas, información sobre alimentos orgánicos y sus bondades, etc.
- g) Evaluación de la viabilidad de un espacio de comercialización dentro del Tecnológico de Monterrey Campus Estado de México de manera periódica bajo el modelo de canastas alimentarias orgánicas.
- h) Elaboración en conjunto con diversas atracciones de la región, de un sistema de experiencias que se promuevan mutuamente, así como desarrollar sociedades comerciales con ellos.
- i) Formalización de las experiencias educativas en prácticas de manejo orgánico para expandir las fuentes de ingresos.
- j) Desarrollo de una red de consumidores de productos orgánicos en diversos municipios del Estado de México no más lejanos que 100 km, a partir de la recopilación de información de visitantes al tianguis orgánico, para cuidar los costos ambientales.
- k) Desarrollo de una plataforma para la venta de productos orgánicos y artesanales que permite tener mayor cercanía y comunicación con los clientes.

3. Gestión hídrica

Los resultados obtenidos muestran que la ‘comunidad práctica’ también llamada Laboratorio de Innovación Social en Ingeniería del Agua (LISIA), significa una excelente estrategia para promover el desarrollo sostenible, la educación del manejo sustentable del agua y facilitar el abastecimiento de agua potable en las comunidades marginadas.

Gracias a esta comunidad práctica, se les ha capacitado en la construcción de sistemas de captación de agua de lluvias y a realizar el análisis organoléptico para determinar su calidad primaria.

De la misma forma la capacitación se ha extendido a la construcción de herramientas de captación de agua proveniente de la niebla, lo que es posible gracias a las características climáticas de la comunidad.

Con el propósito de inculcar el ahorro del vital líquido, se les capacitó para diseñar el baño seco.

Se diseñó la línea de conducción de agua potable para las dos comunidades rurales del municipio de Villa del Carbón: en San Luis Taxhimay y Loma Alta Taxhimay, gracias a la interacción especializada con los integrantes de Laboratorio de Innovación Social especializado en Ingeniería del Agua LISIA. Trabajando en una dinámica de interacción desde la

colaboración, se logró la construcción de dos líneas de conducción de agua potable para solucionar el problema del abastecimiento de agua para beber. Tan necesaria para cubrir las necesidades, preservar y conservar la salud de estas comunidades.

Debido a que el Municipio de Villa del Carbón forma parte de una región que en México se le ha denominado Bosque de Agua, se ha impulsado a los habitantes poseedores de bosques para que participen en los Programas de Bonos de Carbono, Pago por Servicios Ambientales y Pago por servicios hídricos, resultando de gran beneficio económico para las comunidades, además de la gran cantidad de agua limpia que se obtiene para la supervivencia humana.

4. Sustentabilidad energética

Los resultados obtenidos muestran que el Laboratorio de Innovación Social en Ingeniería especializado en Sustentabilidad Energética (LISIE), también reconocido como “comunidad práctica”, representa una gran estrategia para propulsar el desarrollo sustentable de las comunidades vulnerables y convertirlas en comunidades off-grid.

Gracias a la participación de los estudiantes en esta “comunidad práctica”, interactuando con personas especialistas en los temas y sensibles a los requerimientos energéticos de una comunidad rural, se construyeron proyectos para solucionar la pobreza energética.

Un resultado interesante de la investigación, fue identificar a las comunidades que no tenían luz, por lo que se elaboraron lámparas solares utilizando material de desecho, las cuales son capaces de almacenar esta energía solar, iluminando así las noches de los niños de la comunidad.

Adicionalmente se instalaron biodigestores para transformar las heces de los animales, gallinas, borregos y cerdos, en gas que actualmente utilizan para sus necesidades básicas como cocinar y calentar agua para su aseo personal.

5. Tecnología

Las tecnologías educativas emergentes resultaron de suma utilidad al hacer más dinámicas y atractivas las reuniones de planeación del trabajo de los diferentes equipos y proyectos. Se comprobó que estas herramientas no solo mejoran la experiencia de aprendizaje, sino que preparan a los estudiantes para los desafíos del futuro. Realidad virtual y aumentada: para experiencias de aprendizaje inmersivas; Inteligencia artificial: para personalización del aprendizaje; Aprendizaje automático: para adaptar el contenido educativo a las necesidades de cada estudiante; Plataformas de aprendizaje en línea: para facilitar el acceso a recursos educativos de calidad.

Las Plataformas o herramientas de colaboración en línea son servicios informáticos que fueron de gran apoyo para mejorar el trabajo en equipo y la comunicación, al permitir que los grupos de trabajo colaboraran conjuntamente en un mismo proyecto en tiempo real, y tener la ventaja de comunicarse sin necesidad de estar en el mismo lugar físico.

La plataforma Padlet resultó ideal para conocerse y romper el hielo. Fue posible tener reuniones vía diferentes plataformas como Zoom, Google Meet y Microsoft Teams: cuando se dificultan las reuniones personales.

La plataforma Slack resultó ideal para la comunicación de los equipos al aliviar la dependencia de los emails y ser una solución de mensajería instantánea rápida y segura, fácil de usar y de configurar canales específicos en los que los equipos se pudieron comunicar sobre diferentes temas de acuerdo a su proyecto. La interacción resultó simple y divertida, lo que fue especialmente importante para que los equipos que trabajaran armónicamente, desde el lugar en el que se encontraran.

Como resultado de las interacciones presenciales y virtuales las comunidades cuentan con su página de Facebook y se les sigue apoyando para que hagan mayor difusión de sus productos en las redes sociales. Adicionalmente se les apoyó y se les sigue apoyando en la construcción de la página de internet para que puedan promocionar sus artículos artesanales, los puedan vender y establecer un método de pago en el que les depositen el costo de sus artesanías y de los diversos productos que tienen a la venta, con el propósito de que puedan obtener el fruto de sus ganancias sin intermediarios. En este sentido es necesario trabajar más para que le pierdan el miedo y le den el seguimiento requerido.

Como resultado de aplicar metodologías activas se comprobó que potencian el trabajo autónomo y el aprendizaje automático del estudiante, al adquirir su propio conocimiento y desarrollar habilidades, además de mejorar su nivel de compromiso, interés y responsabilidad. Junto con la guía, apoyo y seguimiento del profesor, son una correcta manera de adaptación y mejora en los procesos de aprendizaje significativo y adquisición de competencias que lo conduce a construir entregables de mayor calidad.

A partir de material de desecho se construyó un sistema inteligente de riego para camas de cultivo y jardines verticales, con lo que se logró un ahorro sustancial de agua.

Mediante la gamificación se generó un juego electrónico de basket ball con Unity3D, el cual genera premios. Con el juego se estimula el aprendizaje del color de los contenedores en los que deben separarse los desechos.

Se generó una aplicación para hacer consciencia del consumo y de la basura que generamos con el consumismo utilizando realidad aumentada.

Así mismo se les capacitó para usar simuladores y predecir lo que sucederá en cuanto a la generación de contaminantes si se sigue con el uso desmedido de sustancias tóxicas y materiales de un solo uso.

La contribución principal de la tecnología en el progreso que se reporta, incide en el aprendizaje de los estudiantes, ya que, gracias al uso de diversos recursos educativos y tecnológicos, logran aterrizar las propuestas en beneficios directos para las personas que tanto lo necesitan. He aquí algunos ejemplos de los recursos mencionados: Técnica didáctica uso de simuladores y software EPANET, Google

Earth. Sistemas de Información Geográfica (SIG).ARC VIEW GIS del Environmental Systems Research Institute, 3D Analyst. Plataformas y laboratorios de tecnologías CANVAS, eLumen, Zoom, Meet, MiTec, Remind, Respondus, Miro, Refinitiv, Laboratorios Remotos, el Centro de Inteligencia para la Educación, Mostla, Realidad Aumentada y Realidad Virtual, Edutools TEC, VRTEC Challenge, Experimentación de Plataformas de Aprendizaje, Google G Suite for Education, Liquid Galaxy y Buenas Prácticas de la Escuela de Ingeniería y Ciencias,

Hasta aquí se reporta lo que se ha realizado en las comunidades, sin embargo, se sigue trabajando con los estudiantes de cada ciclo escolar materializando sus propuestas. Esperamos en un tiempo no muy lejano lograr la transformación total, considerando la creciente población y la demanda de los servicios ambientales. Además, con la ayuda de socios formadores, fundaciones y patrocinadores tan necesarios para realizar el proyecto de movilidad sustentable, por ejemplo.

C. Beneficios para los estudiantes

Las tecnologías emergentes características de la era digital actual, han transformado la educación, impulsando a las instituciones a adoptar tecnologías innovadoras para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. La adopción de herramientas de vanguardia es esencial para crear experiencias educativas más dinámicas y atractivas. En un mundo interconectado, la capacidad de innovar en la educación determina el éxito de las instituciones educativas, de sus alcances y de sus proyectos.

Como resultado de aplicar estas tecnologías, se lograron aprendizajes significativos en diversos temas como la sostenibilidad hídrica y energética. La interacción con personalidades especialistas en los temas y principalmente con los actores que están padeciendo las carencias, incidieron en una gran adquisición de consciencia para el estudiante, cuyo impacto pudo observarse en su actuar entusiasta para resolver las problemáticas dejando a un lado los esquemas tradicionales de la enseñanza.

Así, el estudiante se convirtió en el protagonista principal de las actividades realizadas, lo que enriqueció notablemente su aprendizaje. La aplicación de la tecnología y de los procesos de innovación fueron esenciales para lograr lo planteado en el proyecto y construir el producto a entregar. Los softwares y herramientas tecnológicas existentes en LISSE y LISIA permitieron llevar a cabo actividades con gran fidelidad para su formación, en los aspectos de sustentabilidad energética y del agua.

El proceso es realmente enriquecedor al trabajar con instrumentos reales y personas expertas en la temática del reto a resolver. Los participantes son capaces de proponer soluciones a los retos propuestos y decidir a favor del desarrollo sustentable.

Los alumnos denotan satisfacción al interactuar con especialistas que resuelven problemáticas reales de la sociedad.

Expresaron que el aprendizaje obtenido en el Laboratorio de Innovación Social de la Escuela de Ingeniería y Ciencias es de gran efectividad. Declararon sentirse más competitivos debido a la adquisición de habilidades gerenciales que requieren los empleadores. Las evidencias indican una mayor consciencia del impacto y consecuencias del actuar de los participantes.

En su totalidad, los estudiantes manifestaron que gracias a lo experimentado en los laboratorios de innovación social desarrollaron habilidades para la toma de decisiones en diferentes ámbitos, acordes al estudio de la ingeniería y la sustentabilidad.

En la Tabla I se observan las calificaciones promedio de todos los participantes, en donde se observa una calificación mayor en comparación con los estudiantes que no incidieron en los Laboratorios de Innovación Social. Las evidencias demuestran que su aprendizaje se incrementó en un promedio de 16 puntos comparado con el grupo control.

**TABLA I.
CALIFICACIONES PROMEDIO EN LABORATORIOS
DE INNOVACIÓN SOCIAL EN INGENIERÍA.**

Semestre/ Metodología Febrero 2022-Diciembre 2023	Calificación Promedio	Calificación +/- D.S
Tradicional	78	78+/- 1.1
Laboratorios de innovación social en ingeniería	94	94+/- 0.6

D. Encuestas de satisfacción

Al finalizar cada ciclo se aplica una Encuesta de satisfacción a los participantes.

1) De los habitantes de la comunidad

A continuación, se muestran los resultados de encuesta de satisfacción aplicada a los habitantes de la comunidad.

El 100 % de los habitantes de la comunidad y sus dirigentes están totalmente de acuerdo en que la experiencia resultado de trabajar colaborativamente en los Laboratorios de Innovación Social de la Escuela de Ingeniería y Ciencias ha sido de gran beneficio para su comunidad.

Los estudiantes que participan en la implementación de las soluciones acordadas se mostraron dispuestos a escuchar, y su trato siempre fue considerado y amable, opinó el 100 % de los integrantes de la comunidad

El 100 % de los participantes de la comunidad refieren estar totalmente de acuerdo en que la comunicación y la información proporcionada fue constante y actualizada.

Las soluciones implementadas, los productos y servicios recibidos han sido muy útiles para la comunidad, indica el 100 % de los encuestados.

Las acciones realizadas han impulsado al desarrollo sostenible de la comunidad y se ha dado seguimiento a que las soluciones establecidas sigan funcionando opina el 100 % de los participantes.

Mis sentimientos hacia los servicios que presta el Laboratorio de Innovación Social se describen como (5 = excelentes, 1 = muy insatisfactorios) obtuvo una calificación de 5.

La comunidad expresa su reconocimiento y agradecimiento por el apoyo brindado para tener una mejor calidad de vida.

2) De los estudiantes participantes

A continuación, se muestran los resultados de encuesta de satisfacción aplicada a los estudiantes.

El 100 % está totalmente de acuerdo en que el trabajo colaborativo que se realiza en los laboratorios de innovación social, interactuando con especialistas para solucionar problemas específicos de las comunidades vulnerables, facilita y motiva su aprendizaje.

El 90 % indica que los laboratorios de innovación social representan una excelente oportunidad para centrar su atención en los contenidos de aprendizaje.

El 92 % expresa que el proceso de aprendizaje se realiza de una manera interesante, dinámica y divertida.

El 92% expresa que les ayudó a mejorar su rendimiento académico. El 90% comentó que esta metodología le ayudó a ser más consciente para actuar sustentablemente.

El 100 % de encuestados expresó estar totalmente de acuerdo en que se debe seguir trabajando en estos laboratorios como herramientas de apoyo en el proceso de aprendizaje y desarrollo de competencias.

IV. CONCLUSIONES

Se ha cambiado totalmente la forma de impartir los cursos. Se ha abandonado el diseño tradicional centrado en los contenidos a enseñar y han surgido espacios en los que se trabaja colaborativamente con grupos interdisciplinarios, confluyen procesos de innovación y tecnologías exponenciales en el marco de la sustentabilidad educativa, hídrica y energética denominados Laboratorios de Innovación Social para la Ingeniería.

Los estudiantes son capaces de resolver problemas reales presentes en las comunidades marginadas después de trabajar en los laboratorios de innovación social formando equipo con especialistas reconocidos, autoridades gubernamentales, delegados y habitantes de poblaciones vulnerables.

Se elaboró un plan de prosperidad con apoyo de las tecnologías emergentes que contiene propuestas innovadoras para dar solución a problemas específicos de comunidades vulnerables a través de los elementos del desarrollo sostenible.

Las tecnologías emergentes son de gran apoyo para mejorar el trabajo en equipo y la comunicación, al permitir que los grupos de trabajo conformados por representantes de los sectores público, privado, la sociedad civil, la comunidad académica y los estudiantes, colaboren conjuntamente en un mismo proyecto en tiempo real, y tengan la ventaja de comunicarse sin necesidad de estar en el mismo lugar físico. Así mismo fueron de gran importancia para el diseño y la elaboración de productos que se donaron a la comunidad.

Con estrategias y acciones específicas los alumnos participantes han logrado impulsar el desarrollo sustentable en comunidades marginadas con el fin de volverlas comunidades off grid, mejorar su calidad de vida, proporcionarles educación, acceso a energía eléctrica y agua de calidad, desde diferentes perspectivas sociales, implementando tecnologías de baja aportación de carbono y considerando la normatividad vigente.

Los resultados demuestran grandes alcances y beneficios mutuos: para los estudiantes el incremento en el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias disciplinares y transversales; para la comunidad la transformación paulatina hacia una mejor calidad de vida en la ruta del desarrollo sustentable.

Aún falta mucho por hacer y se sigue trabajando en ello.

RECONOCIMIENTOS

"Los autores desean agradecer el apoyo financiero y técnico de Writing Lab, Institute for the Future of Education, Tecnológico de Monterrey, México, en la producción de este trabajo".

REFERENCIAS

- [1] Inform. Our Common Future: Brundtland Report. ONU 20 March 1987.
- [2] Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. CMMAD. Nota del Secretario General ONU. Agosto 4 1987.
- [3] Organización de las Naciones Unidas (ONU). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. 2016 En: <https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals>.
- [4] Cumbre de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. ONU. 2015.
- [5] The Sustainable Development Goals Report. ONU. 2023. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023>.
- [6] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2018). Evolución de las dimensiones de la pobreza 1990-2018. Retrieved on November 15th, 2023 from: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Evolucion-de-lasdimensiones-de-pobreza.aspx>
- [7] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2018). InfoPobreza. Retrieved on November 15th, 2023 from: <http://sistemas.coneval.org.mx/InfoPobreza/>
- [8] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2019). Evolución de las líneas de pobreza por ingresos. Retrieved on November 24th, 2023 from: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestary-canastabasica.aspx>
- [9] Diario Oficial de la Federación (DOF). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. 2019. Retrieved on November 25th, 2023 from: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019.
- [10] A. F. Lares, "Caminos rarámuri para sostener o acabar el mundo. Teoría etnográfica, cambio climático y Antropoceno", *Mana*, vol. 26, n.º 1, 2020. Accedido el 15 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1590/1678-49442020v26n1a202>
- [11] M. Zamora. "Cambio global: el Antropoceno." *CIENCIA ergo-sum* 23.1 2016.
- [12] A. Cearreta, "La perspectiva del Antropoceno: Una mirada geológica al cambio climático", *Metode Rev. Difusio Invest.*, n.º 12, julio de 2021. Accedido el 15 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.7203/metode.12.18741>
- [13] M. Jaenicke. "Versus a vulgar conception of space in the Citizen Innovation Lab." *Liinc em Revista* 13.1, 2017.
- [14] F. Bordignon. "Laboratorios de innovación ciudadana, espacios para el hacer digital crítico". *Virtualidad, Educación y Ciencia* 8.2017.
- [15] M.-T. Simón-Sánchez y M.-R. Fernández-Sánchez, "Tecnologías emergentes para el proyecto de educación digital.", *Educ. Knowl. Soc. (EKS)*, vol. 24, noviembre de 2023, art. n.º e30613.
- [16] ITESM (2020). Modelo de Programas Formativos de Profesional. Recuperado de: https://miespacio.itesm.mx/sites/planestrategico2020/Paginas/documentos/Modelode_Programas_Formativos_de_Profesional.
- [17] D. Ausubel. Teoría del aprendizaje significativo. Psicología Educativa. México: Trillas, 1983.
- [18] V. L. P. Clark, M. D. Fetters y J. W. Creswell, *BUNDLE: Creswell, Designing and Conducting Mixed Methods Research 3e + Fetters, the Mixed Methods Research Workbook Vol 7*. SAGE Publ., Inc., 2021.
- [19] A. Zaldívar Colado, "Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación", *IE Rev. Investig. Educ. REDIECH*, vol. 10, n.º 18, pp. 9–22, abril de 2019.
- [20] I Aguilar. "Simuladores y laboratorios virtuales para Ingeniería en Computación", *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 2013, n.o 10, pp. 1-19.
- [21] L Castañeda: "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.
- [22] R. A. Guerrero Vergel y E. Tuberquia Vanegas, "Simuladores virtuales como estrategia de enseñanza aprendizaje en el SENA", *INVESTICGA Rev. Investig. En Gest. Adm. Cienc. Informacion*, vol. 3, diciembre de 2019.
- [23] T. Bayer, D. P. Ames y T. G. Cleveland, "Design and development of a web-based EPANET model catalogue and execution environment", *Ann. GIS*, vol. 27, n.º 3, pp. 247–260, junio de 2021.
- [24] F. Pucha-Cofrep, A. Fries. Fundamentos de SIG: aplicaciones con ArcGIS. Ediloja cia ltda. Kindle. 2017.
- [25] E. Masanet, A. Shehabi, N. Lei, S. Smith y J. Koomey, "Recalibrating global data center energy-use estimates", *Science*, vol. 367, n.º 6481, pp. 984–986, febrero de 2020.
- [26] M. Canu, M. Duque y C. de Hosson, "Active Learning session based on Didactical Engineering framework for conceptual change in students' equilibrium and stability understanding", *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 42, n.º 1, pp. 32–44, junio de 2016.
- [27] M. T. Richardson, "Prospects for Detecting Accelerated Global Warming", *Geophysical Res. Lett.*, vol. 49, n.º 2, enero de 2022. Accedido el 15 de mayo de 2024.
- [28] T. Bawdy, "Global warming: "Data centres to consume three times as much energy in next decade, experts warn". *The Independent*, 23 January 2016.
- [29] J Martín "Design and validation of an augmented book for engineering students". *Computers & Graphics*, 34 (1), pp. 77-91. 2020.
- [30] M Moreno, J. Corraliza, y J. Ruiz. "Escala de actitudes ambientales hacia problemas específicos". *Psicothema*, 17(3), 502-508. 2015.
- [31] N Gericke, J Boeve-de Pauw, T Berglund, & Olsson. "The sustainability consciousness questionnaire: An evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development". *Sustainable Development*, 27(1), 35-49. doi:10.1002/sd.1859. 2019.
- [32] S Sendjaya, N Eva.: "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. 2019.