

<https://doi.org/10.23913/ride.v16i31.2635>

*Artículos científicos*

## **Educación para la Sustentabilidad: Estrategias Didácticas y su Impacto en el ODS 4**

***Education for Sustainability: Teaching Strategies and their Impact on SDG 4***

***Educação para a Sustentabilidade: Estratégias de Ensino e seu Impacto no  
ODS 4***

**María Elena Tavera Cortes**

Instituto Politécnico Nacional, México

[mtavera@ipn.mx](mailto:mtavera@ipn.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-2179-2735>

**Yesica María Domínguez Galicia**

Instituto Politécnico Nacional, México

[ydominguez@ipn.mx](mailto:ydominguez@ipn.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-5996-6710>

**Alan Jesús Torres Sandoval**

Instituto Politécnico Nacional, México

[atorress1404@alumno.ipn.mx](mailto:atorress1404@alumno.ipn.mx)

<https://orcid.org/0009-0008-9840-0390>

### **Resumen**

Este estudio analiza una estrategia didáctica orientada a la formación de estudiantes en desarrollo sostenible y a la contribución al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 de la Agenda 2030. Se plantea que la educación para el desarrollo sostenible requiere un enfoque participativo y aplicado, más allá de la transmisión de conocimientos teóricos. La investigación adopta un enfoque mixto, combinando aprendizaje basado en problemas (ABP) y aprendizaje basado en proyectos (ABProy). El estudio se realizó con estudiantes de la Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA) Tepepan del Instituto Politécnico Nacional (IPN), pertenecientes a los programas de Contaduría Pública y Negocios Internacionales. Como instrumento, se empleó un recurso didáctico diseñado para promover

el pensamiento crítico e incorporar estándares escalables a situaciones locales, regionales y globales, con el fin de integrar las dimensiones ambiental, social y económica de la sostenibilidad. Los resultados muestran que el 82,6 % de los estudiantes desarrollaron habilidades para evaluar la sostenibilidad en su entorno y proponer, de manera colaborativa, soluciones escalables y fundamentadas. Asimismo, se identificó un cambio en su percepción de la relación entre economía y medio ambiente, evidenciado en las propuestas de mejora que elaboraron. En conclusión, la incorporación de estrategias de aprendizaje autónomo y práctico puede fortalecer la educación en sostenibilidad. Además, la enseñanza de prácticas sostenibles debe impulsar la creatividad, la innovación y el liderazgo en los futuros profesionales.

**Palabras clave:** desarrollo sostenible; educación para el desarrollo sostenible; aprendizaje basado en problemas; aprendizaje basado en proyectos; Objetivos de Desarrollo Sostenible.

## Abstract

This study analyzes a didactic strategy aimed at training students in sustainable development and contributing to Sustainable Development Goal (SDG) 4 of the 2030 Agenda. It argues that education for sustainable development requires a participatory and applied approach, going beyond the transmission of theoretical knowledge. The research adopts a mixed-method approach, combining problem-based learning (PBL) and project-based learning (PjBL). The study was conducted with students from the Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA) Tepepan at the Instituto Politécnico Nacional (IPN), enrolled in the Public Accounting and International Business programs. As an instrument, a teaching resource was used, designed to promote critical thinking and incorporate scalable standards into local, regional, and global contexts to integrate the environmental, social, and economic dimensions of sustainability. The results show that 82.6% of the students developed skills to assess sustainability in their environment and collaboratively propose scalable, well-founded solutions. Additionally, a shift was identified in their perception of the relationship between the economy and the environment, as evidenced by the improvement proposals they developed. In conclusion, incorporating autonomous and hands-on learning strategies can strengthen sustainability education. Furthermore, teaching sustainable practices should foster creativity, innovation, and leadership in future professionals.

**Keywords:** sustainable development; education for sustainable development; problem-based learning; project-based learning; Sustainable Development Goals.

## Resumo

Este estudio analiza una estrategia de ensino que visa capacitar alunos em desenvolvimento sustentável e contribuir para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 da Agenda 2030. Propõe que a educação para o desenvolvimento sustentável requer uma abordagem participativa e aplicada, além da transmissão de conhecimento teórico. A pesquisa adota uma abordagem mista, combinando aprendizagem baseada em problemas (ABP) e aprendizagem baseada em projetos (ABP). O estudo foi realizado com alunos da Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA) Tepepan do Instituto Politécnico Nacional (IPN), participantes dos programas de Contabilidade Pública e Negócios Internacionais. Como ferramenta, foi utilizado um recurso didático projetado para promover o pensamento crítico e incorporar padrões escaláveis a situações locais, regionais e globais, com o objetivo de integrar as dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade. Os resultados mostram que 82,6% dos alunos desenvolveram habilidades para avaliar a sustentabilidade em seu ambiente e propor colaborativamente soluções escaláveis e bem fundamentadas. Da mesma forma, identificou-se uma mudança na percepção sobre a relação entre economia e meio ambiente, evidenciada nas propostas de melhoria desenvolvidas. Conclui-se que a incorporação de estratégias de aprendizagem autônoma e prática pode fortalecer a educação para a sustentabilidade. Além disso, o ensino de práticas sustentáveis deve fomentar a criatividade, a inovação e a liderança em futuros profissionais.

**Palavras-chave:** desenvolvimento sustentável; educação para o desenvolvimento sustentável; aprendizagem baseada em problemas; aprendizagem baseada em projetos; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

**Fecha Recepción:** Mayo 2025

**Fecha Aceptación:** Octubre 2025

## Introducción

La sostenibilidad se ha difundido como una estrategia de política de Estado en la que el protagonismo y la responsabilidad recaen principalmente en las autoridades gubernamentales. Esta visión ha reducido la atención sobre las consecuencias de no cumplir los plazos establecidos en los acuerdos internacionales, coordinados por instituciones de la Organización de las Naciones Unidas, como el Comité Internacional para el Medio Ambiente, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y el Banco Mundial, entre otros.

En este enfoque, el involucramiento de la sociedad civil se ha debilitado y suele limitarse a un papel de espectador y receptor de los posibles beneficios derivados de este modelo de desarrollo. La estrategia que orienta las acciones globales es la Agenda 2030, declarada y acordada en 2015, que establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), cada uno con metas e indicadores cuya fecha de cumplimiento es el año 2030 (Naciones Unidas, 2018).

Sin embargo, el conocimiento y apropiación de estos objetivos resulta limitado tanto entre estudiantes de educación superior en el área de negocios como entre integrantes del sector empresarial, incluidas las microempresas.

El cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS 4) de la Agenda 2030 establece la necesidad de garantizar una educación equitativa, inclusiva y de calidad, además de promover el acceso al aprendizaje a lo largo de la vida para todas las personas. Ofrecer una formación educativa sólida es fundamental para mejorar las condiciones de vida de la población y avanzar hacia un desarrollo sostenible. En los últimos años, diversos informes internacionales han documentado progresos en la ampliación de oportunidades educativas y en el fortalecimiento de políticas orientadas a la calidad y la inclusión (Bywater, 2014).

La meta 4.7 del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 establece que, entre 2015 y 2030, debe garantizarse que todos los estudiantes adquieran los saberes necesarios, tanto teóricos como prácticos, para impulsar el desarrollo sostenible. Esto incluye la formación en sostenibilidad, estilos de vida responsables, derechos humanos, equidad de género, cultura de paz y no violencia, ciudadanía global y reconocimiento de la diversidad cultural como eje del desarrollo sostenible. Por su parte, el indicador 4.7.1 busca medir el nivel de integración de la educación para la ciudadanía global y para el desarrollo sostenible en cuatro dimensiones clave: a) políticas educativas nacionales; b) contenidos curriculares; c)

capacitación docente; y d) mecanismos de evaluación del aprendizaje (ONU, 2015; Frank & Ricci, 2023).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020), en su informe sobre el nuevo contexto mundial y regional, advierte que el avance hacia el logro del ODS 4 se encuentra estancado y requiere una intervención decidida de políticas públicas para cumplir con los compromisos de la Agenda 2030. Por su parte, Lim (2022) señala que el cumplimiento de este objetivo demanda fortalecer las estrategias nacionales y alinear los sistemas educativos con los principios del desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible exige una transformación profunda de las prácticas sociales. Diversas investigaciones han demostrado que, aunque la educación ambiental ha priorizado el incremento del conocimiento ecológico como vía para fomentar prácticas sostenibles, este enfoque resulta limitado. Como afirma Bywater (2014): “una vez informadas sobre los daños ambientales, las personas trabajarán para encontrar soluciones sostenibles y crear sociedades sanas. Sin embargo, se ha demostrado abrumadoramente que el conocimiento de los problemas ambientales es insuficiente para estimular comportamientos proambientales” (p. 920).

El enfoque curricular participativo de la educación para la sostenibilidad apoyada en las TIC persigue dos objetivos principales en la educación superior: en primer lugar, permitir que los docentes universitarios asuman un rol innovador en el currículo mediante un proceso de deconstrucción, construcción y reconstrucción; y, en segundo lugar, facilitar la transferencia de conocimientos y habilidades hacia prácticas de enseñanza y aprendizaje más efectivas (Makrakis, 2023). Además, Lim (2022) señala que el desarrollo de habilidades para la sostenibilidad entre los estudiantes de nivel superior contribuye al progreso hacia el desarrollo sostenible y promueve la justicia social y la erradicación de la pobreza.

### **Contexto Institucional**

La experiencia educativa descrita se llevó a cabo en la Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA) Unidad Tepepan, dentro de la Unidad de Aprendizaje Desarrollo Sustentable, impartida en los programas académicos de Contaduría Pública, Relaciones Comerciales y Negocios Internacionales, tanto en modalidad escolarizada como no escolarizada.

Esta unidad, incluida en el área de formación básica disciplinaria, se cursa durante el primer o segundo semestre. Tal ubicación temprana genera un desafío en cuanto a la relevancia, actualidad y trascendencia de los contenidos, así como a su alineación con los objetivos institucionales de formación. No obstante, su abordaje resulta fundamental para la formación transversal de los estudiantes, fortaleciendo su comprensión sobre sostenibilidad en contextos académicos y profesionales.

Durante el diseño del plan de estudios de las tres carreras en las que se imparte esta unidad académica en la ESCA Tepepan, se identificó una percepción limitada sobre la relevancia de sus contenidos y su contribución al perfil de egreso.

No obstante, su inclusión en los programas académicos desde 2008 y su continuidad en el rediseño de 2020 reflejan su pertinencia y alineación con el Modelo Educativo Institucional (MEI) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), el cual promueve una formación centrada en el estudiante con una perspectiva global (IPN, 2003). Dentro del MEI se establece que las unidades de aprendizaje en el área de formación institucional deben proporcionar conocimientos y competencias fundamentales para el desarrollo profesional del estudiante, considerando al desarrollo sostenible como un eje clave en este proceso. En este contexto, se integra como parte de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), entendida como un componente esencial de la educación de calidad y del aprendizaje a lo largo de la vida (UNESCO, 2017).

El Modelo Educativo Institucional (MEI) del IPN ha favorecido la integración de estas temáticas en la formación académica, impulsando dos estrategias clave en la ESCA Tepepan.

La primera ha sido la continuidad de la Unidad de Aprendizaje Desarrollo Sustentable en los planes de estudio de Contaduría Pública, Negocios Internacionales y Relaciones Comerciales, tanto en modalidad escolarizada como no escolarizada. Desde las actualizaciones curriculares de 2008, 2017 y 2022, esta unidad se ha mantenido como un eje transversal en la política educativa del Instituto.

La segunda estrategia se ha centrado en fortalecer la formación docente en materia de sostenibilidad mediante actividades como conferencias, talleres y el diplomado institucional denominado Formación Tecnológica Ambiental para la Sostenibilidad (FORTAS), orientado al desarrollo de competencias ambientales. Las competencias en sostenibilidad comprenden la capacidad de integrar conocimientos, habilidades y actitudes relacionadas con las dimensiones ambiental, social y económica del desarrollo sostenible. Para ello, se ha

impulsado una enseñanza con enfoque transversal, integrador y multidisciplinario. En consecuencia, el profesorado responsable de esta unidad cuenta con preparación complementaria en dichas áreas, obtenida a través de cursos, programas de especialización, diplomados y estudios de posgrado (IPN, 2003).

Asimismo, como parte del trabajo académico, se ha desarrollado un repositorio de referencias bibliográficas y un banco de reactivos con más de 300 preguntas, que abarcan las dimensiones social, ambiental y económica.

Como resultado, el programa de estudios de la Unidad de Aprendizaje Desarrollo Sostenible contribuye al logro del ODS 4 (*garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida para todos*), específicamente al indicador 4.7.1 (*grado en que la educación para la ciudadanía mundial y la educación para el desarrollo sostenible se incorporan en la evaluación del aprendizaje del alumnado*), a través de sus contenidos temáticos y estrategias didácticas. Estos elementos fomentan la educación para el desarrollo sostenible y la ciudadanía global, asegurando que todos los estudiantes adquieran los conocimientos y competencias necesarios para promover un desarrollo responsable. Esta relación se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Relación entre los elementos del indicador 4.7.1 del ODS 4 y la didáctica y evaluación de los Estudiantes de la ESCA Tepepan para promover la educación en Desarrollo sustentable.

Elemento del Indicador 4.7.1. del ODS4	Aspectos de la Evaluación de los estudiantes
Conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible	Actividades de difusión, prácticas específicas y prácticas innovadoras de autoevaluación
Educación para el desarrollo sostenible	Multidisciplinaria, integra conocimientos de economía, de ecosistemas y aspectos sociales
Estilos de vida sostenibles	Autodiagnóstico como herramienta cohesiva de análisis para identificar oportunidades de mejora en estilos de vida sostenibles
Derechos humanos	Derechos laborales
Igualdad de género	Derechos laborales
Promoción de una cultura de paz y no violencia	Gobernanza, Transparencia y Debida diligencia
Ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural	Partes interesadas
Contribución de la cultura al desarrollo sostenible	Informes de triple partida Estándares internacionales, ASG, GRI

Fuente: Elaboración propia

La ubicación de la Unidad de Aprendizaje sobre Desarrollo Sostenible dentro de los primeros semestres ofrece la ventaja de que los estudiantes llegan con altas expectativas y una actitud participativa en su formación superior. No obstante, aunque la sostenibilidad se contempla en el plan de estudios, su implementación práctica sigue siendo limitada, especialmente en lo que respecta a la integración efectiva de conocimientos, capacidades y valores orientados al desarrollo sostenible (Cebrián et al., 2024).

Desde 2008 se ha reconocido la importancia de la sostenibilidad y su difusión entre las generaciones estudiantiles; sin embargo, los esfuerzos han sido limitados, principalmente por dos factores: la falta de vinculación con el sector empresarial y una visión restringida de la relación entre los jóvenes y el entorno natural. Se ha observado que, especialmente entre estudiantes provenientes de contextos urbanos, persiste la percepción de la naturaleza como

un recurso principalmente económico, sin considerar su valor integral en el desarrollo sostenible.

Ante este panorama, el aprendizaje basado en competencias favorece una formación integral orientada al liderazgo en sostenibilidad, al fomentar conocimientos, habilidades y actitudes clave. De acuerdo con Lim (2022), estas competencias incluyen la comunicación efectiva, el trabajo en equipos multidisciplinarios, el pensamiento crítico, sistémico y estratégico, así como la gestión de proyectos con enfoque realista, apego a la normatividad legal y aplicación de estándares de sostenibilidad.

La incorporación de la sostenibilidad en la educación va más allá de los aspectos administrativos de una institución; representa un proceso formativo que busca generar conciencia en los estudiantes y futuros profesionales. Este enfoque educativo pretende transformar su manera de ver y comprender el entorno, impulsándolos a participar de forma activa en la construcción de soluciones sostenibles. Para ello, se deben emplear metodologías que integren el aprendizaje basado en la práctica, la colaboración y el pensamiento crítico, fomentando espacios donde los estudiantes puedan informarse, dialogar, analizar y tomar decisiones fundamentadas en el conocimiento científico (Khan et al., 2022).

El enfoque interdisciplinario permite integrar conocimientos de diversas áreas, como medio ambiente, ingeniería, derecho y comunicación, promoviendo un intercambio metodológico eficiente para abordar problemáticas de sostenibilidad (Lim, 2022). En este contexto, el docente actúa como facilitador, guiando el desarrollo de competencias para el liderazgo sostenible, de manera que los estudiantes puedan extrapolar sus experiencias de aprendizaje a nuevos escenarios profesionales, adaptándose e innovando según las necesidades del entorno (Cebrián, 2021).

De esta forma, los estudiantes desarrollan competencias clave en sustentabilidad, apoyados en la integración de partes interesadas y una estructura facilitadora que fortalece la gestión de procesos y proyectos participativos. Para el éxito de estos modelos se deben de considerar factores críticos como objetivos claros, estrategias definidas, comunicación intercultural, escucha activa, retroalimentación efectiva y actitudes de respeto, flexibilidad e interés genuino, evitando la frustración y fomentando la credibilidad (Disterheft, 2015).

La formación integral en educación superior se sustenta en los ejes ambiental, social y económico, promoviendo el principio de sostenibilidad. A través de un enfoque interdisciplinario, basado en el pensamiento crítico y resolutivo, se impulsa un aprendizaje orientado al bien común y al uso eficiente de los recursos naturales, considerando el impacto

en las generaciones presentes y futuras e involucrando activamente a todas las partes interesadas (Herrera, 2021).

Las competencias para líderes en esta área se han definido en el documento CodeSignS EDS: Herramienta de diseño pedagógico y educación para el desarrollo sostenible (UNESCO, 2017). La importancia de desarrollar competencias productivas en los jóvenes favorece su incorporación al mercado laboral especializado y los aleja de la informalidad, situación cuya atención es urgente tras la crisis laboral desencadenada por la pandemia de 2020 (CEPAL, 2023).

La integración de competencias para la sostenibilidad, como el desarrollo de estilos de pensamiento, la realización de actividades prácticas, las habilidades para la investigación y la participación comunitaria, favorece la creación de conexiones que impulsan escenarios futuros e innovación, apoyadas en el dominio de tecnologías y, con ello, mejoran la empleabilidad (Lim, 2022).

Las bases teóricas que sustentan la estrategia educativa propuesta son diversas y están orientadas al aprendizaje basado en problemas. Travieso (2018) señala que “el aprendizaje basado en problemas es un método de enseñanza-aprendizaje fundamentado en la perspectiva socio-constructivista del aprendizaje aplicado”.

Algunos sustentos teóricos y posturas relacionadas con el aprendizaje basado en problemas señalan que constituye una tendencia formativa que parte de la identificación de un problema capaz de generar un conflicto cognitivo en el estudiante y que, por lo tanto, debe ser resuelto por él, propiciando así la construcción y reconstrucción de conocimientos (García, 2024). Para ello, se recurre a procesos de aprendizaje apoyados en la investigación, la identificación de oportunidades de cambio, transformación o mejora mediante la aplicación de herramientas y métodos, considerando marcos de referencia y enfoques, así como la categorización de las dimensiones de las personas o partes interesadas (Lim, 2022).

Las semejanzas entre las características de la estrategia de aprendizaje aplicada y el aprendizaje basado en problemas coinciden en que el aprendizaje se produce en grupos pequeños de estudiantes, donde el profesor actúa como facilitador y brinda guías con el apoyo de un aula virtual; la identificación de problemas se percibe como oportunidad de mejora y constituye el foco de organización y estímulo para el aprendizaje; los problemas son un vehículo para el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, y los nuevos conocimientos e información se adquieren a través del aprendizaje autodirigido. Adicionalmente, el rol activo del estudiante frente al aprendizaje se fortalece a partir de

situaciones reales, en las que el estudiante es protagonista al identificar oportunidades de mejora mediante el levantamiento de datos que realiza en campo, lo que lo ubica en el centro del proceso de aprendizaje (Travieso, 2018).

Este enfoque proporciona una forma de operacionalizar los elementos que permiten una educación ecológica exitosa, capaz de cerrar la brecha entre el conocimiento y la acción. Los proyectos de participación crean el andamiaje dentro del cual los estudiantes pueden aprender diferentes tipos de conocimiento ambiental, fundamentos ecológicos, conciencia conceptual, habilidades de investigación y evaluación, y habilidades de acción, y trabajar hacia soluciones. Con el cambio social progresista como objetivo final, estos proyectos ilustran a los estudiantes que hay esperanza y que cuentan con las competencias y los conocimientos necesarios para idear remedios y formas alternativas de vida. Este trabajo positivo y orientado a la acción los inspira a adoptar actitudes, valores y preocupaciones (es decir, conciencia ambiental) y, a su vez, comportamientos proambientales (Bywater, 2014).

Las estrategias de aprendizaje basadas en la participación activa y el contexto local son valiosas para transformar problemáticas reales en proyectos viables que puedan ser abordados desde el conocimiento ético y técnico del alumnado. No obstante, el verdadero potencial de estas metodologías radica en la motivación y orientación que se brinde a los estudiantes. Guiarlos adecuadamente en la identificación y selección de oportunidades de aprendizaje participativo en su entorno les permite aplicar de forma significativa lo aprendido, al tiempo que desarrollan un compromiso personal con la solución de desafíos socioambientales (Fajeriadi, 2024).

La evaluación de estas metodologías ha revelado resultados positivos en la contribución de los estudiantes para aprender y aplicar conceptos y teorías ambientales complejas; además de mejorar su capacidad para utilizar métodos de investigación, involucrarse en el aprendizaje autodirigido y el pensamiento crítico, y colaborar con otros para generar sostenibilidad. Esta forma de abordar sistemas complejos promueve la participación estudiantil y la comprensión de las causas de los riesgos para la salud y ambientales (Cebrián, 2021).

El replanteamiento de los enfoques de aprendizaje puede favorecer la transformación de los entornos y la creación de nuevos escenarios mediante la integración de los principios de sostenibilidad en la educación. Esto implica implementar experiencias de aprendizaje que promuevan enfoques participativos e innovadores, con un aprendizaje interactivo, centrado

en el alumno y transformador. Tales experiencias generan nuevos escenarios a partir del pensamiento crítico, la identificación de oportunidades de mejora y la resolución de problemas orientados a la sostenibilidad (De Sousa, 2021).

Las políticas de desarrollo productivo para alinear la economía, la sociedad y las capacidades públicas hacia el logro de los ODS deben promover una estructura productiva intensiva en conocimiento y lograr que genere mejores empleos, al mismo tiempo que se descarboniza y avanza hacia la sostenibilidad (CEPAL, 2023). Este contexto requiere líderes en sostenibilidad que posean competencias profesionales enfocadas en la investigación y el uso de tecnología, lo que les permita diseñar escenarios futuros para impulsar el desarrollo sostenible (Lim, 2022).

El objetivo específico es crear escenarios en los que los estudiantes conozcan y comprendan los principios de la sostenibilidad y el desarrollo sostenible. A partir del conflicto cognitivo, se busca que identifiquen las dimensiones ambiental, económica y social para extrapolarlas a los contextos global, regional y local, partiendo de su propio entorno y mediante la aplicación de indicadores universales.

La premisa central del estudio sostiene que, si los estudiantes aplican los conceptos y principios de la sostenibilidad y el desarrollo sostenible desde la esfera personal, entonces podrán despertar un interés genuino, innovador y participativo, y mostrar que la comprensión de dichos conceptos permite aplicarlos en situaciones de mayor impacto, como su localidad, con proyección a niveles regional y global.

Los indicadores utilizados se relacionan con el consumo de materiales, agua, combustibles fósiles y energía eléctrica; además, se miden las emisiones directas de residuos y se calculan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en unidades equivalentes de CO<sub>2</sub>e, mediante una calculadora digital didáctica.

## **Metodología**

### **Enfoque y Tipo de Investigación**

La presente investigación adopta un enfoque mixto, que combina elementos cualitativos y cuantitativos mediante una estrategia de investigación-acción participativa (IAP). Este enfoque permite recolectar y analizar datos descriptivos y numéricos, asegurando una visión integral de la práctica educativa aplicada en la formación en desarrollo sostenible.

La metodología de la práctica educativa está diseñada bajo los principios del aprendizaje basado en proyectos (ABProy) y el aprendizaje basado en problemas (ABP), lo que permite a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos a contextos reales.

El aprendizaje basado en problemas (ABP) se realiza de manera individual: cada estudiante elabora un diagnóstico de indicadores de sostenibilidad en su hogar para identificar oportunidades de mejora y proponer soluciones. Posteriormente, el aprendizaje basado en proyectos (ABProy) refuerza este diagnóstico individual y lo lleva al trabajo en equipo. Los estudiantes aplican el análisis en una nueva situación, como una microempresa, un emprendimiento o una actividad económica, para estructurar una propuesta de mejora que es evaluada en sus dimensiones ambiental, económica y social, acompañada de una estrategia de comunicación destinada a sensibilizar a las partes interesadas.

La técnica se apoya en un instrumento desarrollado en Excel para el diagnóstico, alineado con los estándares de la Global Reporting Initiative (GRI, 2023) y que facilita la priorización de alternativas y la evaluación ambiental. Esta evaluación ambiental se basa en una calculadora de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), ajustada a las 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, o la versión actualizada si corresponde, empleada con fines didácticos, de costeo o valuación económica y de valoración social. Además, se utilizan diversas estadísticas ambientales de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2005, 2016, 2018) para contextualizar los resultados.

### **Población y Muestra**

La población objetivo está conformada por estudiantes inscritos en la Unidad de Aprendizaje Desarrollo Sostenible, la cual se imparte en los programas de Licenciatura en Contaduría Pública, Licenciatura en Relaciones Comerciales y Licenciatura en Negocios Internacionales. Estos estudiantes participan activamente en la evaluación de la sostenibilidad aplicada a su entorno inmediato.

La población en estudio fue el conjunto de alumnos inscritos en el curso de Desarrollo Sostenible, cuya cantidad ascendió a 214 estudiantes durante el periodo analizado. La selección de participantes se realizó mediante un muestreo intencional, en función de su disponibilidad y acceso a una actividad económica que pudiera ser evaluada desde la perspectiva de la sostenibilidad.

Se elabora una evaluación diagnóstica entre los estudiantes al inicio del curso, enfocada en el conocimiento de los indicadores universales de sostenibilidad y de desarrollo

sostenible. El aprendizaje se mide mediante la aplicación de estos indicadores al realizar un ejercicio diagnóstico inicial en su hogar, como estrategia para identificar un problema que pueda convertirse en una oportunidad de mejora.

La identificación de problemas se sustenta en el análisis de las actividades de su hogar como caso inicial de estudio, donde los estudiantes aplican una matriz de consumos, emisiones e indicadores para realizar la evaluación diagnóstica.

En la siguiente fase, apoyados en los resultados de la evaluación diagnóstica, aplican el pensamiento crítico para estructurar las propuestas de mejora y priorizan su aplicación a partir de los beneficios esperados. El conocimiento, la aplicación y la interpretación de los indicadores se consideran elementos de aprendizaje suficientes para la aprobación del curso, por lo que debe realizarlo la totalidad de los alumnos de manera individual.

En la fase final, los estudiantes integran el diagnóstico y la propuesta de mejora en grupos de trabajo. Posteriormente, escalan estas propuestas a una microempresa o emprendimiento, aplicando el conocimiento desarrollado a partir del estudio de caso individual. En este proceso, impulsan el trabajo colaborativo y fortalecen las competencias adquiridas durante las etapas previas.

El escalamiento del diagnóstico, la identificación del problema y la propuesta de solución, debidamente priorizada y evaluada en una microempresa, emprendimiento o actividad económica, se realiza en equipo. Este proceso fomenta la sinergia del trabajo colaborativo, que inicia con la presentación y solicitud de intervención en la actividad económica. Los estudiantes repiten las mediciones de los indicadores para el diagnóstico en la nueva situación, interpretan los datos obtenidos, elaboran propuestas de mejora, las valoran y priorizan, reforzando así el conocimiento y la aplicación de los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible. Finalmente, desarrollan una estrategia de comunicación dirigida a las partes interesadas para sensibilizar y promover la implementación de las propuestas de mejora.

Cada una de las etapas del proyecto se apoya en un instrumento desarrollado específicamente para este fin, el cual se compone de tres partes. La primera parte es una matriz de mediciones de consumo, costeo de los consumos y conversión a GEI en kg CO<sub>2</sub>e.

La segunda parte es una matriz de ponderación para identificar las áreas de oportunidad de mejora y para priorizar su atención. La tercera parte consiste en la estructuración de la estrategia de comunicación dirigida a las partes interesadas.

## Análisis de resultados

El resultado de la evaluación diagnóstica aplicada al inicio del curso muestra que el 99 % de los estudiantes desconocen los indicadores de las dimensiones de sostenibilidad y desarrollo sostenible.

Durante el curso, el 100 % de los estudiantes conoce, identifica y aplica las dimensiones y los indicadores del desarrollo sostenible a partir de la práctica en el caso inicial individual en casa. Esto se refleja en un promedio de 92,6 % de aprobación en las generaciones participantes en el estudio.

La práctica educativa se ha aplicado en más de cinco generaciones y los resultados han permitido identificar las fortalezas de los estudiantes para desarrollar propuestas fundamentadas que promueven la sostenibilidad. Estos hallazgos se reflejan en los niveles de aprobación y en la calidad de los proyectos generados, con tasas de logro académico superiores al 90%.

Los resultados alcanzados en la didáctica para formación en Desarrollo sustentable se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Población participante en la formación en Desarrollo sostenible y población beneficiada

Periodo	Alumnos inscritos	Alumnos aprobaron	Eficiencia aprobación	Alumnos participantes en proyectos	Proyectos concluidos	Eficiencia educación ambiental
Enero-junio 2022	35	33	94,29%	29	10	82,86%
Enero-junio 2023	35	33	94,9%	26	8	74,9%
Agosto-diciembre 2021	35	33	94,29%	26	8	74,29%
Agosto-diciembre 2022	38	34	89,47%	33	11	86,84%
Agosto-diciembre 2023	35	32	91,43%	31	10	88,57%
Febrero -julio 2024	36	33	91,67%	32	10	88,89%
Total	214	198	92,57%	177	57	82,62%

Fuente: Elaboración propia a partir de información sobre la práctica educativa para formar en Desarrollo sustentable en la ESCA Tepepan

El análisis de los datos obtenidos en la formación en desarrollo sostenible en la ESCA Tepepan muestra una tendencia consistente y progresiva en la integración de conocimientos teóricos y prácticos por parte de los estudiantes. La participación de 177 alumnos en seis semestres y la elaboración de 57 informes y asesorías han permitido generar una red de

impacto educativo y ambiental que trasciende el aula y se proyecta en el sector económico y social. Esto es posible porque el sustento de los informes elaborados se fundamenta en el diagnóstico aplicado para identificar problemas u oportunidades de mejora en la actividad económica y en las asesorías brindadas en sostenibilidad.

Se contó con la participación de 177 estudiantes hasta la última fase de los proyectos. Los 57 proyectos elaborados representan el 82,6 % de eficiencia de la estrategia de educación ambiental, ya que lograron llevar el proyecto a una escala empresarial aplicando las mismas dimensiones e indicadores.

La variedad de casos que se han podido abordar no ha resultado limitante para la aplicación del instrumento diseñado, ya que ha sido posible adaptarlo a diferentes tipos de actividades económicas, como microempresas, emprendimientos y negocios familiares.

Se ha creado un repositorio a lo largo de los últimos años que reúne estadísticas de los diagnósticos elaborados por los estudiantes. Este repositorio integra información sobre medio ambiente, consumo promedio de energía eléctrica, consumo de agua, combustibles, gas y gasolina, así como las emisiones de residuos sólidos urbanos y de gases de efecto invernadero (GEI) mediante el uso de una calculadora didáctica. Estas mediciones corresponden a indicadores ambientales, los cuales se costean para incluir la dimensión económica y se interpretan para identificar los beneficios sociales.

Los resultados muestran que se favorece el pensamiento crítico, ya que los estudiantes comprenden el contexto de la actividad económica analizada. Entregan el informe final a quien les brindó el espacio de colaboración, incluyendo la estrategia de comunicación para difusión, sensibilización y motivación en la implementación de las propuestas de mejora estructuradas. Durante la elaboración de los diagnósticos y los planes estratégicos, los alumnos integran conocimientos científicos y técnicos orientados a la mejora y al cumplimiento normativo en aspectos sociales, de derechos, ambientales y de viabilidad económica.

La formación recibida en esta unidad de aprendizaje proporciona a los estudiantes los conocimientos y habilidades necesarios para promover actividades sostenibles en sus entornos. La combinación de teoría y práctica garantiza que los futuros profesionales incorporen criterios de sostenibilidad en sus decisiones.

Adicionalmente, el impacto de esta estrategia educativa no se limita a la formación de los estudiantes, sino que también impulsa una red de asesoramiento sostenible,

contribuyendo a que otros actores interesados adopten principios de sostenibilidad en sus operaciones.

A medida que esta metodología siga aplicándose, se espera que el repositorio de datos ambientales continúe creciendo, lo que potencialmente permitirá analizar tendencias y proponer políticas más efectivas para la formación en sostenibilidad.

Asimismo, el programa fomenta el desarrollo de nuevas herramientas de evaluación ambiental y educativa, creando un modelo replicable que puede expandirse a otras instituciones de educación superior, contribuyendo así a la integración de la sostenibilidad en la educación universitaria en México. Este potencial de replicabilidad se respalda en los indicadores documentados sobre adopción de la metodología y resultados de aplicación (Tabla 2).

En este sentido, la Estrategia Educativa para el impulso al desarrollo sostenible desde la esfera individual ayuda a resolver las necesidades y problemáticas sociales, económicas y ambientales vinculadas al cambio climático, fenómeno vigente y relevante para los estudiantes. Sin olvidar que se requiere trabajo cooperativo de las partes interesadas para obtener resultados óptimos en la búsqueda de la sostenibilidad.

La práctica educativa permite que los egresados reconozcan la importancia de los conocimientos sociales, ambientales y económicos, así como su capacidad para combinar la teoría y la práctica en el desarrollo de habilidades de consultoría ambiental esenciales para su formación profesional. Al desarrollar el diagnóstico de la sostenibilidad en una actividad económica, los estudiantes interactúan en un contexto que se vincula con su futura inserción laboral y contribuyen al desarrollo sostenible de la nación, integrando referentes globales, normatividad nacional y adaptación a la situación local.

Entre los resultados obtenidos se ha identificado un cambio en la percepción de los alumnos respecto a su contribución a los impactos ambientales derivados de los estilos de vida y consumo de las personas, así como de las actividades económicas relacionadas. Estas manifestaciones quedan plasmadas en las propuestas de mejora y en las oportunidades de cambio que los estudiantes identifican y sustentan.

## Discusión

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran una evolución significativa en las competencias de los estudiantes en materia de desarrollo sostenible, situación que coincide con diversos estudios que subrayan la efectividad de metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje basado en proyectos (ABProy), en la formación de agentes de cambio con conciencia ambiental (García, 2024; Cebrián et al., 2021).

La evidencia empírica generada por la estrategia educativa dentro de la ESCA Tepepan se alinea con los hallazgos de Bywater (2014), quien señala que el conocimiento por sí solo no es suficiente para generar comportamientos proambientales. En este sentido, la experiencia práctica colaborativa, basada en indicadores y estándares ambientales, estimula el comportamiento proambiental de los estudiantes al desarrollar propuestas de mejora en contextos reales. Esto permite cerrar la brecha entre el conocimiento y la acción, lo que representa un avance respecto a modelos tradicionales centrados exclusivamente en la teoría. En el presente estudio, por ejemplo, se alcanzó un 82,6 % de eficiencia en la elaboración de proyectos aplicables a escala empresarial (véase Tabla 2).

Además, se observó un cambio en la percepción de los estudiantes sobre la relación entre economía y medio ambiente, elemento también reportado por De Sousa (2021), quien identificó que el trabajo en contextos participativos facilita la comprensión de sistemas y fenómenos complejos, además de fortalecer el pensamiento sistémico y estratégico, competencias que son esenciales en la educación para el desarrollo sostenible.

En comparación con investigaciones de escala internacional, como la de Makrakis (2023), los resultados obtenidos refuerzan la importancia de un enfoque participativo y habilitado por tecnologías de la información y la comunicación (TIC), no solo para fomentar la autonomía en el aprendizaje, sino también para permitir a los estudiantes asumir un rol activo en el diseño de sus propias trayectorias formativas.

Asimismo, el impacto más allá del aula, manifestado en los informes y asesorías realizados por los estudiantes participantes, se repite en estudios como el de Disterheft et al. (2015), quienes subrayan que las universidades con un enfoque en la sostenibilidad requieren modelos pedagógicos que incluyan la vinculación con actores sociales externos y fomenten procesos participativos reales.

En este sentido, la estrategia analizada también contribuye al cumplimiento del indicador 4.7.1 del ODS 4, al integrar de manera efectiva los conocimientos, habilidades y

valores asociados a la sostenibilidad en la práctica educativa (véase Tabla 1), lo cual ha sido señalado como una de las principales carencias en muchas instituciones de educación superior a nivel global (Lim et al., 2022).

Por otra parte, el diseño de estrategias de enseñanza centradas en el contexto local, como lo sugiere Fajeriadi et al. (2024), es clave para que los estudiantes reconozcan la pertinencia del desarrollo sostenible en sus propias comunidades. Esta contextualización mejora su motivación y los impulsa a involucrarse directamente en la solución de problemáticas socioambientales. En este estudio, este efecto se evidenció en la alta participación y generación de propuestas aplicables a contextos reales.

Si bien los resultados son positivos, también coinciden con estudios previos que advierten sobre la necesidad de fortalecer la capacitación docente y la institucionalización de estos enfoques (Frank & Cebrián et al., 2024), dado que la sostenibilidad debe ser un eje transversal integrado en los programas académicos, más allá de asignaturas aisladas. Este hallazgo se vincula con las acciones institucionales ya implementadas, como el FORTAS y el Modelo Educativo Institucional (MEI), que buscan impulsar la educación para el desarrollo sostenible dentro del IPN.

## Conclusión

La importancia de integrar estrategias propias de la autogestión del aprendizaje en la clase de desarrollo sostenible radica en que los conceptos abordados son conocimientos fundamentales presentes en teorías como el derecho ambiental, la economía financiera y la teoría social, así como en ámbitos clave como la vivienda, la salud, la educación y la reducción de la pobreza, entre otros.

Sin embargo, el análisis de estos contenidos de forma integrada y con perspectiva de futuro promueve la adopción de estilos de vida innovadores y el surgimiento de nuevos modelos de negocio.

Integrar las estrategias propias del aprendizaje autogestivo ayudará a promover la creatividad e innovación sustentada, objetiva y analítica en los estudiantes, para que generen estilos de vida y emprendimientos con enfoque de sostenibilidad. Estas competencias les permitirán mostrar pertinencia en su ámbito laboral y se integrarán en nuevos espacios de trabajo propios de su especialidad, así como en equipos multidisciplinarios.

El escalamiento de la técnica de diagnóstico y propuesta de mejora desde lo individual hasta lo empresarial permite que los estudiantes identifiquen de forma sistémica la valoración de la sostenibilidad y puedan explorarla a nivel local, regional y global.

La naturaleza de la clase de desarrollo sostenible requiere estrategias que inspiren la motivación y la conciencia de los estudiantes, para que, a partir de conocimientos y fundamentos sólidos, puedan ser creativos e innovadores en la generación de nuevos estilos de vida y negocios, lo que a su vez contribuye al mejoramiento de su entorno.

Los nuevos escenarios educativos permiten que los alumnos tengan acceso a situaciones y conocimientos del ámbito local, regional y global. Esto representa una oportunidad para interactuar con proyectos de todo el mundo y con situaciones tan diversas como sus contextos de aplicación. Para aprovechar estas oportunidades, es necesario desarrollar en los estudiantes competencias que les permitan discernir la fiabilidad, actualidad y pertinencia de las fuentes de información, y seleccionar aquellas que sean adecuadas para cada caso.

Se enfatiza la concientización y sensibilización de los aspectos sociales vinculados con la biodiversidad, orientándose a potenciar las fortalezas de los estudiantes. Esto se hace basándose en su capacidad para buscar información y en la motivación por incursionar en el mundo profesional, con el fin de, mediante una estrategia organizada, guiarlos por una ruta crítica que brinde la oportunidad de reducir las brechas entre la forma actual de conducir las actividades económicas y un estilo de vida alineado con la sostenibilidad.

### **Futuras líneas de investigación**

A partir de los resultados obtenidos, se identifican varias líneas prometedoras para investigaciones futuras. En primera instancia, sería pertinente analizar el impacto a largo plazo de las competencias adquiridas en sostenibilidad sobre la inserción laboral de los egresados, especialmente en sectores económicos verdes o socialmente responsables. Asimismo, se sugiere explorar cómo la integración de herramientas digitales y tecnologías emergentes, como inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (AA), puede potenciar el aprendizaje en temáticas ambientales.

Otra línea relevante consiste en evaluar la efectividad comparativa entre distintas metodologías, como el aprendizaje basado en retos, el aula invertida y el aprendizaje-servicio, en la formación de competencias para el desarrollo sostenible. Finalmente, resulta necesario investigar la percepción y disposición del sector empresarial para colaborar con

instituciones educativas en proyectos de sostenibilidad, a fin de fortalecer los vínculos entre la academia y el entorno socioeconómico.

## Referencias

- Bywater, K. (2014). Investigating the benefits of participatory action research for environmental education. *Policy Futures in Education*, 12(7), 920–932. <https://doi.org/10.2304/pfie.2014.12.7.920>
- Cebrián, G., Junyent, M., & Mulà, I. (2021). Current practices and future pathways towards competencies in education for sustainable development. *Sustainability*, 13(16), 8733. <https://doi.org/10.3390/su13168733>
- Cebrián, G., Moraleda, Á., Olano, J. X., Prieto, J., & Boqué, A. (2024). Las competencias en sostenibilidad del alumnado de educación secundaria según el género. *Enseñanza de las Ciencias*, 42(1), 65–83. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5948>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). *La Agenda 2030 para el desarrollo sostenible en el nuevo contexto mundial y regional: Escenarios y proyecciones en la presente crisis* (LC/PUB.2020/5). <https://hdl.handle.net/11362/45903>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). *América Latina y el Caribe en la mitad del camino hacia 2030: Avances y propuestas de aceleración* (LC/FDS.6/3). <https://hdl.handle.net/11362/48983>
- De Sousa, L. O. (2021). Learning experiences of a participatory approach to educating for sustainable development in a South African higher education institution yielding social learning indicators. *Sustainability*, 13, 3210. <https://doi.org/10.3390/su130663210>
- Disterheft, A., Caeiro, S., Azeiteiro, U. M., & Filho, W. L. (2015). Sustainable universities: A study of critical success factors for participatory approaches. *Journal of Cleaner Production*, 106, 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.030>
- Fajeriadi, H., Fahmi, & Arisandi, R. (2024). How does students' environmental literacy support the Sustainable Development Goals? A literature review. *Indonesian Journal of Science Education and Applied Science (IJSEAS)*, 4(1), 61–68. <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/ijseas/article/view/13443>

- Frank, M., & Ricci, E. (2023). Education for sustainability: Transforming school curricula. *Southern Perspective*, 1(3), 1-4. <https://doi.org/10.56294/pa20233>
- García Morales, M. P. (2024). Transformar la educación: Integrando tecnologías para el desarrollo sostenible. *Revista Digital Universitaria*, 25(2). <https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2024.25.2.4>
- Global Reporting Initiative (GRI). (2023). *Estándares de GRI consolidados*. <https://www.globalreporting.org>
- Herrera-Gutiérrez, D. C., Arias-Devia, K. L., & Ramos-Gómez, E. V. (2021). Sustainability through higher education. *Journal of Sustainability Perspectives: Special Issue*, 401–405. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jsp/>
- Instituto Politécnico Nacional (IPN). (2003). *Un nuevo modelo educativo para el IPN: Materiales para la reforma* (1ª ed.). <https://www.ipn.mx/assets/files/seacademica/docs/RecursosDigitales/MPLRI3BCD.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 2 (Energy)*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- Khan, P. A., Johl, S. K., Akhtar, S., Asif, M., Salameh, A. A., & Kanesan, T. (2022). Open innovation of institutional investors and higher education system in creating open approach for SDG-4 quality education: A conceptual review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 49. <https://doi.org/10.3390/joitmc8010049>
- Lim, C. K., Haufiku, M. S., Tan, K. L., Farid Ahmed, M., & Ng, T. F. (2022). Systematic review of education sustainable development in higher education institutions. *Sustainability*, 14(20), 13241. <https://doi.org/10.3390/su142013241>
- Makrakis, V., & Kostoulas-Makrakis, N. (2023). A participatory curriculum approach to ICT-enabled education for sustainability in higher education. *Sustainability*, 15, 3967. <https://doi.org/10.3390/su15053967>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155>

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2017). *Competencias clave de la UNESCO para la sostenibilidad: Herramienta de Co-DesignS ESD*. <https://aldesd.org/codesigns-esd-framework/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. Instituto Nacional de Ecología.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2016). *Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2016*. <https://gisviewer.semarnat.gob.mx/wmaplicacion/inem/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). *Compendio de estadística ambientales*. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio\\_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx\\_8080/ibi\\_apps/WFServletb420.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServletb420.html)
- Travieso Valdés, D., & Ortiz Cárdenas, T. (2018). Aprendizaje basado en problemas y enseñanza por proyectos: Alternativas diferentes para enseñar. *Revista Cubana de Educación Superior*, 37(1). [https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0257-43142018000100009](https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142018000100009)

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	María Elena Tavera Cortés; Yesica María Domínguez Galicia; Alan Jesús Torres Sandoval
Metodología	María Elena Tavera Cortés; Yesica María Domínguez Galicia
Software	Alan Jesús Torres Sandoval
Validación	María Elena Tavera Cortés; Yesica María Domínguez Galicia; Alan Jesús Torres Sandoval
Análisis Formal	María Elena Tavera Cortés; Yesica María Domínguez Galicia; Alan Jesús Torres Sandoval
Investigación	Yesica María Domínguez Galicia; Alan Jesús Torres Sandoval; María Elena Tavera Cortés
Recursos	María Elena Tavera Cortés; Yesica María Domínguez Galicia
Curación de datos	Yesica María Domínguez Galicia; Alan Jesús Torres Sandoval
Escritura - Preparación del borrador original	Yesica María Domínguez Galicia; Alan Jesús Torres Sandoval
Escritura - Revisión y edición	Yesica María Domínguez Galicia; Alan Jesús Torres Sandoval
Visualización	Alan Jesús Torres Sandoval; Yesica María Domínguez Galicia
Supervisión	María Elena Tavera Cortés; Yesica María Domínguez Galicia
Administración de Proyectos	María Elena Tavera Cortés; Yesica María Domínguez Galicia
Adquisición de fondos	María Elena Tavera Cortés; Yesica María Domínguez Galicia