

Energy efficiency training: Evaluation and optimization of its implementation in secondary education.

Emerita Delgado-Plaza, Juan Peralta-Jaramillo, Doménica León-Moreira, Juan Diego Cabrera, Jose Cansing, Paulina Vilela, Briggitte Briones

ESPOL Polytechnic University, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL. Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción, Facultad de Ingeniería electricidad y computación, Facultad de Ciencias de la Tierra. Km 30.5 Campus Gustavo Galindo 30.5 vía Perimetral. eadelgad@espol.edu.ec

Abstract– This study analyzes the implementation and optimization of the training program for trainers in energy efficiency and renewable energy developed by the Center for Sustainable Technological Development (CDTS) of ESPOL. During the Ordinary Academic Periods (PAO) 2024, innovative methodological strategies have been applied to train university students as trainers and promote sustainability education in secondary education institutions. Based on the evidence gathered, three strategic axes are established for the consolidation and expansion of the program: the development of autonomous didactic materials, the validation and optimization of the methodological model and the implementation of a gradual growth scheme. The creation of educational resources that do not depend on electric power guarantees the applicability of the program in contexts with infrastructure limitations. The consolidation of the training model will make it possible to perfect pedagogical approaches and improve the effectiveness of knowledge transmission. Finally, the progressive expansion of the program will ensure its operational sustainability prior to its expansion to new institutions and academic careers. These strategies strengthen the program's impact and its potential to become a benchmark in the teaching of energy efficiency and renewable energies, contributing to the formation of environmentally conscious citizens with the technical capacity to face the energy challenges of the future.

Keywords– training of trainers, energy efficiency, renewable energies, sustainable education, educational methodology.

Formación en eficiencia energética: Evaluación y optimización de su implementación en educación media

Emerita Delgado-Plaza, Juan Peralta-Jaramillo, Doménica León-Moreira, Juan Diego Cabrera, Jose Cansing, Paulina Vilela, Brigitte Briones

ESPOL Polytechnic University, Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL. Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la producción, Facultad de Ingeniería electricidad y computación, Facultad de Ciencias de la Tierra. Km 30.5 Campus Gustavo Galindo 30.5 vía Perimetral. eadelgad@espol.edu.ec

Resumen– El presente estudio analiza la implementación y optimización del programa de formación de formadores en eficiencia energética y energías renovables desarrollado por el Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable (CDTS) de la ESPOL. Durante los Períodos Académicos Ordinarios (PAO) 2024, se han aplicado estrategias metodológicas innovadoras para capacitar a estudiantes universitarios como formadores y promover la educación en sostenibilidad en instituciones de educación media. Con base en la evidencia recopilada, se establecen tres ejes estratégicos para la consolidación y expansión del programa: el desarrollo de materiales didácticos autónomos, la validación y optimización del modelo metodológico y la implementación de un esquema de crecimiento gradual. La creación de recursos educativos que no dependen de energía eléctrica garantiza la aplicabilidad del programa en contextos con limitaciones de infraestructura. La consolidación del modelo formativo permitirá perfeccionar los enfoques pedagógicos y mejorar la efectividad en la transmisión del conocimiento. Finalmente, la expansión progresiva del programa asegurará su sostenibilidad operativa antes de su ampliación a nuevas instituciones y carreras académicas. Estas estrategias fortalecen el impacto del programa y su potencial para convertirse en un referente en la enseñanza de eficiencia energética y energías renovables, contribuyendo a la formación de ciudadanos con conciencia ambiental y capacidad técnica para enfrentar los desafíos energéticos del futuro.

Palabras clave– formación de formadores, eficiencia energética, energías renovables, educación sostenible, metodología educativa.

I. INTRODUCCIÓN

En un mundo marcado por el aumento de la demanda energética y el creciente impacto ambiental de las fuentes fósiles, las energías renovables emergen como una solución crucial para alcanzar un desarrollo sostenible. La explotación desmedida de combustibles fósiles ha conducido a problemas ambientales severos, como el cambio climático, la contaminación atmosférica y la pérdida de biodiversidad [1]. Ante estos desafíos, las energías renovables, que incluyen solar, eólica, hidráulica y biomasa, ofrecen alternativas viables que prometen mitigar estos efectos adversos [2]. Sin embargo, para que estas tecnologías sean adoptadas y utilizadas eficazmente,

es fundamental una educación adecuada y una mayor concienciación pública.

La UNESCO enfatiza la necesidad de una educación de calidad, inclusiva y equitativa, con el fin de preparar a las nuevas generaciones para enfrentar los desafíos del desarrollo sostenible [3]. Para alcanzar este objetivo, es fundamental la intervención de diversos actores, incluyendo instituciones de educación superior, instituciones de educación básica y media, gobiernos y la propia comunidad [4].

La educación sobre energías renovables se convierte en un pilar esencial para asegurar que futuras generaciones comprendan y valoren estas tecnologías. Es crucial formar una base sólida de conocimiento entre los estudiantes de todos los niveles educativos, incluyendo a los de octavo grado, para fomentar una actitud positiva hacia la sostenibilidad y el uso de fuentes de energía limpias [5]. Los estudiantes deben estar equipados con una comprensión sólida de cómo funcionan las energías renovables y cómo pueden contribuir al desarrollo de un futuro más verde. Sin embargo, la integración de estos temas en el currículo educativo sigue siendo limitada, y la formación de educadores y expertos en esta área es escasa [6] [7].

En países en desarrollo como Ecuador, donde los problemas energéticos y ambientales son pronunciados, la necesidad de una educación robusta en energías renovables es aún más apremiante. Ecuador enfrenta desafíos significativos debido a su dependencia de fuentes no renovables y las fluctuaciones en la generación hidroeléctrica causadas por la variabilidad de las lluvias [8].

A pesar del alto potencial de reducción en el consumo de electricidad en varios países latinoamericanos, persisten barreras económicas, normativas, técnicas y culturales que dificultan un uso más eficiente de la energía. Entre estas barreras, la educación desempeña un papel crucial [9]. Enfrentar estos desafíos desde una formación temprana se vuelve esencial para inculcar hábitos energéticos responsables y fomentar el conocimiento técnico en eficiencia energética.

En este marco, la estrategia de formación de formadores, implementada por la ESPOL a través del Centro de Desarrollo Tecnológico Sustentable (CDTS), presento en el año 2024 una metodología orientada a la enseñanza de eficiencia energética y energías renovables [10], la misma que se implementó durante el periodo lectivo de 2024 -2025 en la institución educativa

Modesto Carbo localizada en la ciudad de Guayaquil. Su objetivo principal es establecer un programa replicable de capacitación, en el que los estudiantes universitarios asuman el rol de formadores y transmitan conocimientos a estudiantes de educación media. Para ello, se combina el uso de recursos didácticos, sesiones teóricas y actividades prácticas.

Este informe documenta la implementación de esta metodología durante los Períodos Académicos Ordinarios (PAO) 2024, detallando su estructura, ejecución y resultados. Asimismo, se presentan los desafíos enfrentados, las innovaciones introducidas y las perspectivas para futuras ediciones del programa, con el propósito de optimizar su impacto y asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

II. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA EN CICLO ACADÉMICO 2024 – 2025

A. Contexto y alcance

Durante el año 2024, la metodología de formación de formadores se implementó de manera estructurada en dos Períodos Académicos Ordinarios (PAO) contemplado desde la ESPOL, cuyas fechas se detallan en la Tabla 1. Cada PAO puede considerarse una réplica independiente, lo que permite evaluar la consistencia y efectividad del enfoque metodológico aplicado en distintos contextos temporales.

Tabla 1 Cronograma de Periodos Académicos Ordinarios

PAO	Fecha de Inicio	Fecha de Fin
I	13/05/2024	30/08/2024
II	07/10/2024	11/02/2025

El programa contó con la participación de 14 docentes de ESPOL en calidad de tutores, quienes supervisaron y guiaron la ejecución de las actividades formativas, asegurando el cumplimiento de los objetivos establecidos. Durante el PAO I (Fig. 1), un total de 34 estudiantes universitarios asumieron el



Fig. 1 Grupo de formadores de ESPOL del 2024PAOI

rol de formadores, mientras que en el PAO II participaron 30 estudiantes en la misma función, reflejando una continuidad en el proceso de formación.

En el ámbito de la educación media, se capacitó a 68 estudiantes de la Unidad Educativa Fiscal Juan Modesto Carbo Noboa, con el respaldo y la colaboración de tres autoridades institucionales. Su participación fue fundamental para facilitar la integración del programa en la planificación académica de la institución, promoviendo un entorno de aprendizaje estructurado y alineado con los principios del proyecto.

B. Metodología y ejecución

El desarrollo del programa se basó en la metodología "Transformando la Educación", consolidada en ciclos anteriores. Su implementación se llevó a cabo de manera estructurada, siguiendo cuatro etapas fundamentales, las cuales se detallan en la Fig. 2, desarrollada en el periodo 2023 – 2024.

Como parte del desarrollo del programa, se llevó a cabo un proceso integral de capacitación y formación orientado a garantizar la efectividad de la enseñanza y la alineación con los objetivos establecidos.

En primer lugar, se instruyó a los docentes tutores en la metodología del programa, permitiéndoles orientar a los formadores en el diseño y planificación de las actividades. Este enfoque aseguró que cada sesión estuviera estructurada de manera coherente y en concordancia con los propósitos del proyecto.

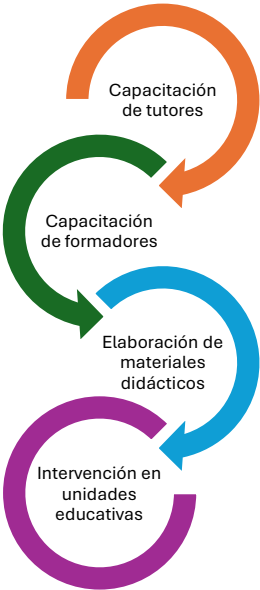


Fig. 2 Etapas fundamentales de la metodología "Transformando la Educación" desarrollada en el periodo 2023 – 2024.

Para fortalecer la transmisión del conocimiento, se elaboraron materiales didácticos que incluyeron diapositivas, infografías, módulos interactivos y guías especializadas desarrollados por tesis de graduación y practicas comunitarias. Asimismo, se incorporaron estudios de caso y experimentos

demostrativos con el objetivo de facilitar la comprensión de los temas abordados y proporcionar un marco de referencia práctico a los participantes.

En cuanto a la capacitación de los formadores, se implementó un esquema de enseñanza que combinó estrategias de aprendizaje tradicional con un enfoque basado en competencias. Se establecieron evaluaciones formativas para asegurar que los formadores adquirieran conocimientos sólidos antes de la fase de instrucción, permitiendo una aplicación efectiva de los contenidos.

Finalmente, se llevó a cabo la intervención en unidades educativas mediante sesiones de formación que integraron enfoques teóricos y prácticos. Para ello, se emplearon modelos didácticos innovadores y herramientas tecnológicas diseñadas para facilitar la comprensión de los conceptos clave, optimizando así el proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto educativo.

Cada carrera desempeñó un rol específico en la ejecución del programa, aportando desde su ámbito de especialización para fortalecer el proceso formativo. La carrera de Diseño Gráfico y Producción para Medios de Comunicación estuvo a cargo de la creación de infografías, material audiovisual, guías interactivas y recursos gráficos de apoyo, diseñados para adaptarse a distintos niveles de comprensión y mejorar la experiencia de aprendizaje.

Por su parte, las carreras de Electrónica y automatización, Mecánica y Civil desempeñaron un papel fundamental en la impartición de contenidos educativos y en la facilitación de la enseñanza en instituciones de educación media. Además, contribuyeron al desarrollo de prototipos funcionales de demostración (Fig. 3) antes del inicio de las clases, lo que permitió a los estudiantes aplicar los conceptos teóricos en un entorno práctico e interactivo, fortaleciendo así su comprensión y habilidades en el área.



Fig. 3 Proceso de creación de módulos didácticos para clase de a) fotovoltaica, b) energía eléctrica, c) energía hídrica d) Maqueta para modulo sección vivienda sostenible. y e) Recurso didácticos utilizados para la formación de formadores

Adicionalmente, en los PAO 2024 se fortaleció la metodología con nuevas estrategias desde que implementaron estrategias para fortalecer el proceso formativo y optimizar la experiencia de aprendizaje. Se incorporaron metodologías activas de enseñanza, como el aprendizaje basado en proyectos y la gamificación, con el objetivo de mejorar la retención del conocimiento y fomentar una participación más dinámica de los estudiantes.

Asimismo, se estableció un sistema de seguimiento y evaluación continua, empleando rúbricas de desempeño, encuestas de retroalimentación y registros de asistencia, lo que permitió monitorear el progreso de los participantes y realizar ajustes metodológicos según sus necesidades.

En el ámbito práctico, se promovió el desarrollo de prototipos didácticos funcionales, diseñados por estudiantes de ingeniería y aplicados en sesiones experimentales. Estos prototipos facilitaron la demostración tangible de principios de

eficiencia energética y energías renovables, enriqueciendo el aprendizaje a través de experiencias interactivas.

Se amplió el alcance de la formación mediante la expansión de los espacios de aprendizaje que permitieron contextualizar los conocimientos adquiridos en situaciones reales, fortaleciendo la vinculación entre la teoría y la práctica.

Estos avances han permitido optimizar la estructura del programa, mejorar la calidad de la enseñanza y ampliar la participación de estudiantes y docentes en los procesos de formación, consolidando el modelo de formación de formadores como una herramienta clave para la educación en eficiencia energética y energías renovables.

III. RESULTADOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTO

La implementación del programa en los PAO 2024 resultó en la capacitación de 80 estudiantes de educación media, beneficiando directamente a la Unidad Educativa Fiscal Juan Modesto Carbo Noboa. Se proyecta que en los próximos años el programa amplíe su cobertura y alcance un mayor número de instituciones educativas, promoviendo así la democratización del conocimiento en eficiencia energética y energías renovables. En la figura 4 se puede observar el ciclo de formación impartida a la unidad educativas,

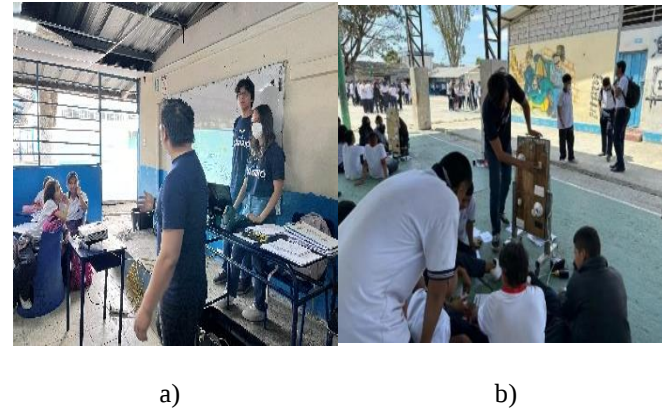


Fig. 4 a) Recursos didácticos utilizados para la formación de formadores. b) módulos didácticos para la enseñanza de electricidad y eficiencia energética.

Para evaluar el impacto de la iniciativa, se diseñaron y aplicaron instrumentos de medición antes y después de cada ciclo formativo, incluyendo pruebas diagnósticas, encuestas de percepción, actividades para el hogar y evaluaciones comparativas por sesión. Estos mecanismos permitieron cuantificar de manera objetiva el aprendizaje adquirido y la efectividad de la metodología aplicada, proporcionando información valiosa para la mejora continua del programa. Las evaluaciones se realizaron de manera objetiva mediante la aplicación de preguntas de opción múltiple, diseñadas para medir el nivel de conocimiento de los participantes antes y después de la intervención. Este enfoque permitió analizar el impacto del proceso formativo y evaluar el grado de aprendizaje adquirido / ver figura 5)

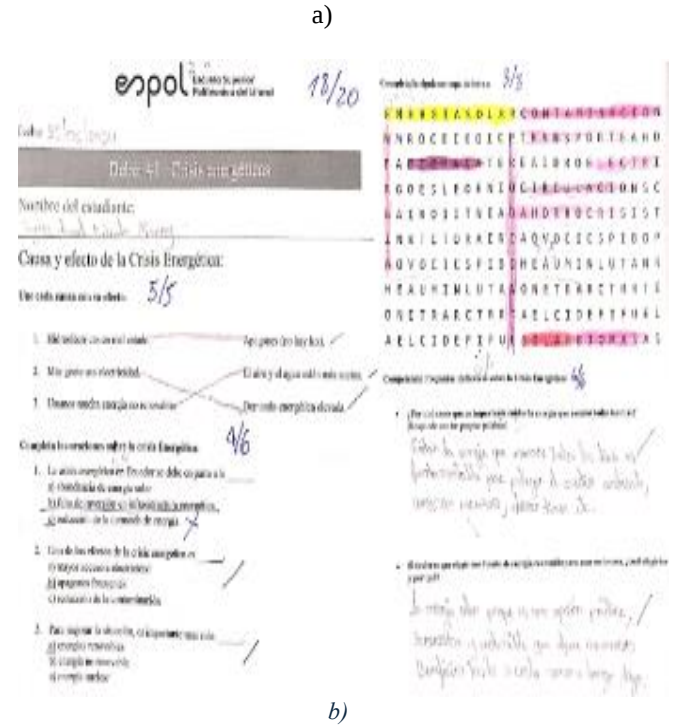


Fig. 5 a) Tareas designadas a los estudiantes para el hogar b) Evaluaciones de inicio y fin de las clases

A continuación, se presentan los resultados promediados de las evaluaciones iniciales y finales de los 2 términos correspondientes a cada semana de intervención (Fig. 6, 7, 8, 9 y 10).

Durante las capacitaciones de la primera semana, se abordaron los conceptos fundamentales de la energía, incluyendo su definición, los distintos tipos existentes y la diferenciación entre fuentes renovables y no renovables. Estos contenidos están alineados con los temas tratados en el Capítulo 1 del Módulo 1. A partir del análisis de las evaluaciones, se evidenció una mejora en el desempeño de los estudiantes en todas las preguntas, lo que indica un progreso significativo en

la comprensión de los conceptos clave y el cumplimiento de los objetivos de formación.

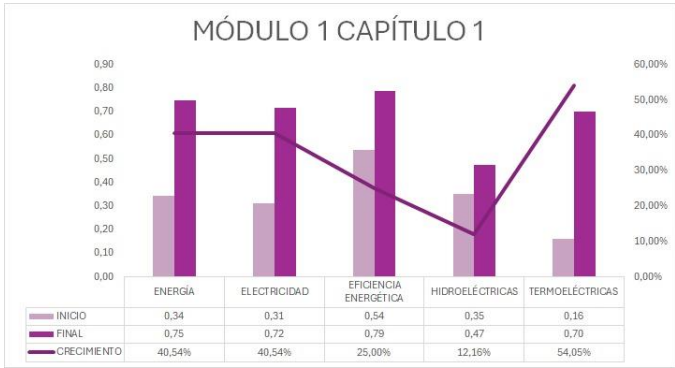


Fig. 6 Resultados del curso módulo 1 capítulo 1

Los resultados de las evaluaciones inicial y final, presentados en la Figura 6, muestran el desempeño de los estudiantes en cada pregunta, evaluado en términos de porcentaje de aciertos y desaciertos. En general, se observó un alto rendimiento en ambas evaluaciones, con porcentajes de aciertos que en la mayoría de los casos superaron el 70% en la prueba inicial y alcanzaron el 100% en la prueba final. Estos resultados reflejan el éxito de la tercera semana, consolidando el aprendizaje y asegurando una aplicación efectiva del conocimiento adquirido.

Sin embargo, se identificaron diferencias en la magnitud del progreso según la pregunta analizada. En particular, la pregunta 5 mostró un incremento notable en el porcentaje de aciertos, con un crecimiento superior al 54.05%, lo que sugiere que los estudiantes lograron asimilar este concepto con mayor claridad tras la intervención. A pesar de las mejoras generales, se detectaron dificultades en la pregunta 4, relacionada con las unidades de medida del consumo eléctrico en los hogares. En respuesta a esta observación, durante la tercera semana se llevó a cabo un repaso exhaustivo de los temas abordados previamente, con especial énfasis en estos conceptos, con el objetivo de reforzar su comprensión y afianzar el aprendizaje.

En la segunda semana, el enfoque principal estuvo en los hábitos de ahorro energético y las unidades de medida utilizadas para evaluar la potencia de los equipos y el consumo eléctrico en el hogar, en correspondencia con los contenidos del Capítulo 2 y 3 del Módulo 1. Como se observa en la Figura 7, hubo una mejora general en el desempeño de los estudiantes entre la evaluación inicial y la final. Por ejemplo, en la pregunta 1, el promedio de aciertos aumentó de 0.34/1 a 0.75/1, representando un incremento del 40.54% en el porcentaje de respuestas correctas. Este patrón de mejora se repitió en todas las preguntas, lo que indica un avance significativo en la comprensión de los temas tratados.

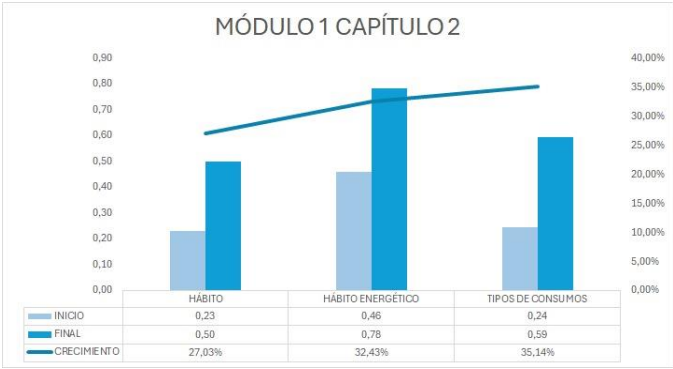


Fig. 7 Resultados del curso módulo 1 capítulo 2

La tercera y cuarta semana estuvo enfocada en el consumo eléctrico y su cálculo, integrando contenidos del Capítulo 4 del Módulo 1. Se abordaron temas como la clasificación y etiquetado de equipos electrónicos, los tipos de energía, la interpretación de la planilla eléctrica y el cálculo de la tarifa eléctrica. Si bien los estudiantes demostraron un conocimiento previo sobre estos temas, las capacitaciones les permitieron profundizar su comprensión, proporcionando una base más sólida para su aplicación en la práctica.

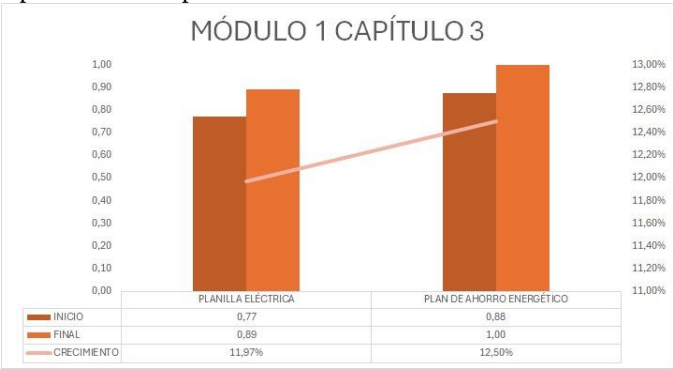


Fig. 8 Resultados del curso módulo 1 capítulo 3

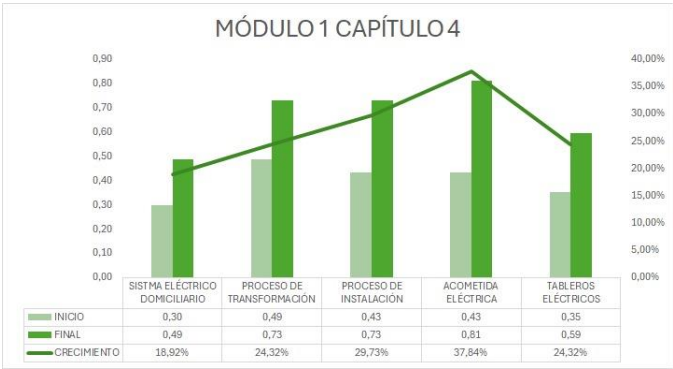


Fig. 9 Resultados del curso módulo 1 capítulo 4

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Entre las mejoras introducidas en el PAO II, se destacan la optimización de los materiales didácticos, mediante la incorporación de explicaciones más detalladas y la planificación de nuevos prototipos educativos, con el propósito de fortalecer futuras iteraciones del programa y diversificar las estrategias de enseñanza utilizadas en las sesiones formativas. A lo largo de la ejecución del programa, se identificaron diversos desafíos que influyeron en la dinámica de las capacitaciones. Uno de los más significativos fue el racionamiento energético a nivel nacional, lo que limitó la posibilidad de emplear modelos didácticos que dependían del suministro eléctrico. Para mitigar este inconveniente, se implementó una estrategia de contingencia basada en el uso de material impreso y recursos educativos alternativos, asegurando la continuidad del proceso formativo sin comprometer la calidad de la enseñanza.

Otro reto importante fue la falta de acceso a transporte y conectividad para algunos participantes, lo que generó dificultades en la asistencia a las sesiones programadas. Para abordar esta situación, se promovieron soluciones logísticas alternativas, como la implementación de horarios flexibles y la habilitación de espacios dentro de las instituciones educativas para la realización de actividades asincrónicas.

Como resultado de esta experiencia, se identificó la necesidad de desarrollar módulos didácticos autosuficientes, que no dependan de requerimientos energéticos y que incorporen metodologías de enseñanza adaptadas a contextos de baja disponibilidad de recursos. Esta estrategia permitiría una mayor resiliencia del programa, asegurando su continuidad y efectividad en escenarios con limitaciones logísticas y operativas.

Por otro lado, el Módulo 2 del programa (ver Fig.10), dedicado a las tecnologías renovables, complementó la formación con un enfoque práctico sobre fuentes de energía alternativas. Se exploraron temas como la energía solar, eólica, geotérmica, biomasa e hidráulica, destacando sus aplicaciones a nivel global y en Ecuador. Esta sección permitió que los estudiantes ampliaran su perspectiva sobre la sostenibilidad energética y reforzaran su capacidad de análisis en torno a las diferentes alternativas disponibles para la generación de energía.

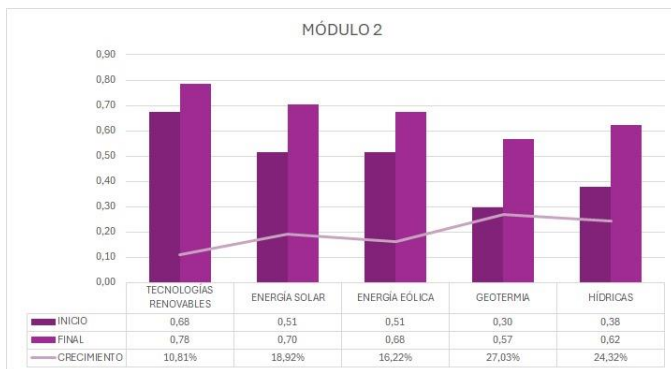


Fig. 10 Resultados del curso módulo 2

Con miras a fortalecer la implementación del programa en periodos académicos futuros y consolidar su impacto en la educación en eficiencia energética y energías renovables, se han delineado estrategias específicas que permitirán su expansión y optimización continua. Estas estrategias responden a los aprendizajes obtenidos durante los PAO's 2024 y a la necesidad de garantizar la sostenibilidad y replicabilidad del modelo formativo en diversos contextos educativos y sociales.

Uno de los ejes fundamentales de esta consolidación es el diseño y desarrollo de materiales didácticos autónomos, los cuales han sido concebidos con el propósito de facilitar la enseñanza sin depender de la disponibilidad de energía eléctrica. Esta iniciativa surge como una respuesta a los desafíos logísticos identificados durante la implementación del programa, tales como el racionamiento energético a nivel nacional y las limitaciones en la infraestructura de ciertos espacios educativos. La creación de estos recursos garantizará la aplicabilidad del programa en entornos con restricciones operativas, asegurando que los beneficiarios puedan acceder a una formación integral sin que factores externos comprometan la calidad del aprendizaje.

De manera complementaria, se ha priorizado la consolidación metodológica del modelo de formación, con el objetivo de perfeccionar las estrategias pedagógicas utilizadas y validar su efectividad a partir de la evidencia recopilada en los diferentes ciclos de capacitación. A partir de los datos obtenidos en las evaluaciones diagnósticas y comparativas aplicadas en los PAO's 2024, se llevará a cabo un proceso de análisis crítico que permitirá identificar áreas de mejora en la estructura del programa. Esto contribuirá a la optimización de los enfoques didácticos y a la adaptación de los contenidos a las necesidades específicas de los estudiantes de educación media, docentes y formadores universitarios, garantizando una transferencia de conocimiento más eficiente y significativa.

En el marco de la expansión del programa, se plantea un crecimiento progresivo basado en la consolidación operativa del actual equipo de formadores. Esta estrategia busca asegurar que los instructores cuenten con la capacitación y experiencia necesarias antes de ampliar la cobertura del proyecto a nuevas instituciones educativas y carreras académicas. La implementación de un esquema de expansión gradual permitirá no solo garantizar la estabilidad del programa en sus fases iniciales, sino también generar un modelo de crecimiento sostenible, en el que cada nueva iteración fortalezca la estructura metodológica y organizativa del proyecto.

Paralelamente, se ha establecido un plan estratégico para la optimización de los materiales educativos existentes y el desarrollo de nuevos módulos didácticos, orientados a mejorar la experiencia de aprendizaje y potenciar el impacto del programa en los estudiantes. Estos módulos incluirán contenidos actualizados sobre eficiencia energética y energías renovables, incorporando elementos didácticos innovadores que favorezcan la comprensión y aplicación práctica de los conocimientos adquiridos. Asimismo, se trabajará en la

integración de metodologías activas de enseñanza, tales como el aprendizaje basado en problemas y la experimentación con prototipos funcionales, con el fin de estimular el pensamiento crítico y el desarrollo de competencias técnicas en los participantes.

En suma, las estrategias delineadas para la consolidación y expansión del programa permitirán no solo fortalecer su impacto a nivel educativo, sino también garantizar su adaptabilidad y sostenibilidad en el tiempo. Al priorizar el desarrollo de materiales autónomos, la mejora continua del modelo formativo y una expansión planificada, se sientan las bases para la institucionalización del programa como un referente en la enseñanza de eficiencia energética y energías renovables dentro del ámbito educativo nacional.

Finalmente, se hace necesario indicar que los sistemas de educación media es decir escuelas y colegio en Ecuador no se fomentan estos tipos de programas lo cual es importante a nivel nacional continuar para con la formación en temas de eficiencia energética y energías renovables a la población estudiantil para el futuro tener una población capacitada y con buenos hábitos energéticos y ambientales.

Es claro que las universidades fomentan proyectos a partir actividades denominadas vinculación con la sociedad, desarrollando proyectos de energía donde solo se dan charla de capacitación a los estudiantes de escuelas y colegios. no realizando seguimiento a estudiantes. Siendo el punto clave de este programa, es dar seguimiento a nuestros formadores deformadores para garantizar la sostenibilidad de la educación a largo plazo.

Finalmente los resultados de metodología presentada, se fundamenta a partir de varios cambios significativos que se han venido probando hace 5 años en los diferentes instituciones educativas donde se ha intervenido .

V. CONCLUSIONES

La implementación del programa de formación de formadores en eficiencia energética y energías renovables durante los Períodos Académicos Ordinarios (PAO) 2024 ha demostrado ser una estrategia efectiva en los procesos de enseñanza-aprendizaje para la transferencia de conocimiento y el fortalecimiento de competencias en estudiantes de educación media. A través de un adecuado modelo estructurado de enseñanza, que combina enfoques teóricos y prácticos, se logró capacitar a un grupo significativo de participantes, evidenciando mejoras sustanciales en su comprensión de conceptos clave relacionados con la sostenibilidad energética.

El análisis de las evaluaciones iniciales y finales presento un incremento significativo en el nivel de conocimiento de los estudiantes, lo que respalda la efectividad de la metodología aplicada. Además, esta combinación de recursos didácticos autónomos, prácticas con prototipos funcionales y estrategias activas como el aprendizaje basado en proyectos, demuestra que una metodología adaptativa y contextualizada puede superar barreras estructurales como la falta de energía o

conectividad, manteniendo altos estándares de calidad educativa.

No obstante, la ejecución del programa también evidenció desafíos operativos, entre los que destacan las limitaciones impuestas como el racionamiento energético que estuvo Ecuador y las dificultades logísticas de algunos participantes pusieron a prueba la resiliencia del modelo, validando su capacidad de adaptación a condiciones adversas gracias a la planificación metodológica previa. Para mitigar estos obstáculos, se implementaron estrategias de contingencia, tales como el desarrollo de materiales autónomos y la adaptación de horarios y espacios educativos. Estas soluciones permitieron garantizar la continuidad del proceso formativo sin comprometer la calidad de la enseñanza.

De cara a futuras iteraciones del programa, se han identificado tres ejes estratégicos clave para su consolidación y expansión: el diseño de materiales didácticos autónomos, la validación y optimización del modelo metodológico, y una expansión progresiva que asegure la sostenibilidad del programa antes de su implementación en nuevas instituciones educativas y carreras académicas. La adopción de estas estrategias contribuirá a fortalecer la replicabilidad y el impacto del programa, consolidándolo como un referente en la educación en eficiencia energética y energías renovables a nivel nacional.

En última instancia, los resultados obtenidos reafirman la importancia de iniciativas educativas enfocadas en la sostenibilidad energética, no solo como un mecanismo de formación técnica, sino también como un instrumento de concienciación para las nuevas generaciones. El programa sienta un precedente para el desarrollo de metodologías innovadoras que fomenten la adopción de prácticas energéticas responsables, impactando positivamente en la comunidad y sentando las bases para un modelo educativo replicable y adaptable a distintos contextos.

Finalmente de manera general podemos indicar que experiencia demuestra que transformar la educación implica transformar la manera en que se enseña, consolidando metodologías que integren desde rigor técnico, conciencia ambiental y flexibilidad didáctica..

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Agradecemos sinceramente a la Unidad Educativa Modesto Carbo por su colaboración y apoyo continuo, permitiendo que los estudiantes de ESPOL puedan formar a jóvenes como agentes de cambio a través de los cursos de formación de formadores en eficiencia energética. Su contribución es fundamental para el desarrollo de nuevas soluciones energéticas en nuestro país.

También agradecemos al Centro de Desarrollo Teológicos Sustentable CDTs, por su gestión y apoyo económico para continuar con los proyectos de vinculación social.

Agradecemos a los miembros de la Red Iberoamericana de Eficiencia Térmica Industrial, perteneciente al CYTED, por su

valioso aporte de conocimiento para el desarrollo de las actividades de formación.

REFERENCES

- [1] G. Broman, "Sustainable energy systems: A review," *Renewable Energy*, vol. 5, pp. 29-36, 1994.
- [2] R., & Amin, N. Islam, "Public awareness and acceptance of renewable energy technologies.," *Energy Reports*, pp. 89-95, 2012.
- [3] UNESCO. (2023, january) La UNESCO y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. [Online]. <https://es.unesco.org/sdgs>.
- [4] Junyent, M., & Mulà, I. Cebrián G., "Competencias en Educación para el Desarrollo Sostenible: Nuevos avances en la enseñanza y la investigación," *Sostenibilidad*, vol. 12, p. 579, 2020.
- [5] R., & Amin, N. Islam, "Public awareness and acceptance of renewable energy technologies," *Energy Reports*, vol. 4, pp. 89 - 95, 2012.
- [6] B., & Sulun, M. Guven, "Integrating renewable energy into the educational system: A global review.," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 68, pp. 182-193, 2017.
- [7] R., Fidalgo, A., & Palmisano, G. Ciriminna, "Educational initiatives in renewable energy: Bridging the knowledge gap," *Journal of Cleaner Production*, vol. 135, pp. 213-225, 2016.
- [8] Ministerio de Energía y Minas, "Reporte sobre la matriz energética y desafíos en Ecuador," *Gobierno de Ecuador*, 2024. [Online]. <https://www.energy.gob.ec>
- [9] F. Ledesma y R. Villalobos C. Chaparro, "La Eficiencia Energética en el currículum escolar de educación humanística científica," *AChEE*.
- [10] Juan Peralta-Jaramillo, Daniel Avilés, José Martínez - Barre, Valeria Fernández, Juan Mosquera Emerita Delgado-Plaza, "Transformado la educación: Formación en eficiencia energética dirigida a estudiantes de colegios," *LACCEI*, vol. 22, JULY 2024.