

Teaching for the development of energy sustainability in the urban areas - marginals of the city of Guayaquil

Enseñanza para el desarrollo de la sostenibilidad energética en el hogar en zonas urbano – marginales de la ciudad de Guayaquil

J. Peralta E. Delgado A. Quinteros G. Durazno F. Maldonado A. Calle

Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador

E-mail: eadelgad@espol.edu.ec; jperal@espol.edu.ec; aquinter@espol.edu.ec; gdurazno@espol.edu.ec; famaldon@espol.edu.ec; ajcalle@espol.edu.ec

Abstract

The present work shows the partial results got in the project of linkage with the society entitled "Education for sustainable development (EDS) directed to high school in the city of Guayaquil" belonging to the "ESPOL Polytechnic University". the project framed in home energy sustainability considering the specific learning objectives of the described SDGs in the cognitive, socio-emotional and behavioral domains.

The project based on the development of training plans on renewable energies and training home energy management, based on the constructivist learning model and the development of educational prototypes, comprising the learning objectives described in objective 7 of the SDGs as a mechanism for transferring energy knowledge in marginal urban areas of the city of Guayaquil.

In the workshops, students learned renewable energy concepts; associated criteria of home energy management; including the criteria of sustainability and environmental resilience. The results got from the teaching cycles have identified that it is possible to achieve an average reduction of residential energy consumption by at least 10% of the beneficiaries, and the redesign of the contents and learning tools considering the competences, dimensions and the variables of the local environment.

Index terms— A Energy efficiency, energy education, sustainability, energy culture, energy renewable

Resumen

El presente trabajo muestra los resultados parciales obtenidos en el proyecto de vinculación con la sociedad titulado "Educación para el desarrollo sostenible (EDS) dirigida a centros enseñanza secundaria en la ciudad de Guayaquil" perteneciente a la "Escuela Superior Politécnica del Litoral". El proyecto está enmarcado en el campo de la sostenibilidad energética domiciliar considerando los objetivos específicos de aprendizaje de los ODS descritos en los dominios cognitivo, socioemocional y conductual.

El proyecto se basa en el desarrollo de planes de capacitación en energías renovables y de formación en la gestión de energía en el hogar, basados en un modelo de aprendizaje constructivista y la elaboración de prototipos educacionales, considerando los objetivos de aprendizajes descritos en el objetivo 7 de los ODS como un mecanismo de transferencia de conocimiento energético en áreas urbanas marginales de la ciudad de Guayaquil.

En los talleres, los estudiantes aprendieron conceptos de energías renovables; criterios asociados de la gestión de la energía en el hogar; incluyendo los criterios de sostenibilidad y resistencia ambiental. Los resultados obtenidos de los ciclos de enseñanza han identificado que se puede lograr una reducción media de consumo de energía residencial al menos 10% por parte de los beneficiarios, además se logrado el rediseño de los contenidos y las herramientas de aprendizaje considerando las competencias, dimensiones y las variables del entorno local considerando las competencias, dimensiones y las variables del entorno local

Palabras clave— Eficiencia energética, educación energética, sostenibilidad, cultura energética, energía renovable

Recibido: 10-12-2019, Aprobado tras revisión: 20-01-2020

Forma sugerida de citación: Peralta, J.; Delgado, E.; Quinteros, A.; Durazno, G.; Maldonado, F.; Calle, A. (2020). "Enseñanza para el desarrollo de la sostenibilidad energética en el hogar en zonas urbano – marginales de la ciudad de Guayaquil". Revista Técnica "energía". No. 16, Issue II, Pp. 188-198

ISSN On-line: 2602-8492 - ISSN Impreso: 1390-5074

© 2020 Operador Nacional de Electricidad, CENACE

1. INTRODUCCIÓN

El reglamento de régimen académico de la ley de educación superior en el Ecuador establece que para el desarrollo de programas de vinculación se debe considerar los principios de pertinencia y dominios académicos de la institución de educación superior (IES) y que este contribuya de manera asertiva a los planes de desarrollo nacional, regional, locales los requerimientos sociales en cada nivel territorial y las corrientes internacionales científicas y humanísticas de pensamiento. [1] [2].

La ejecución de programas de vinculación genera espacios reales de intervención, mediante la ejecución de prácticas preprofesionales realizadas por los estudiantes, contribuyendo al desarrollo de las competencias específicas a partir del diagnóstico, evaluación o intervención en problemas de índole social, permitiendo la articulación de la academia y la innovación social en comunidades o sectores de prioritaria atención. Las prácticas preprofesionales de acuerdo con el referido reglamento, “son actividades de aprendizaje orientadas a la aplicación de conocimientos y al desarrollo de destrezas y habilidades específicas que un estudiante debe adquirir para un adecuado desempeño en su futura profesión.”. [1] [2]

El principio de pertinencia de una carrera debe evidenciar las problemáticas y necesidades de la sociedad que justifica el posicionamiento en el mercado de sus profesionales. Un programa de vinculación con la sociedad debe atender necesidades en un entorno territorial partiendo de un diagnóstico y proponer desde una perspectiva multidisciplinaria la intervención de diferentes dominios académicos. En este marco de acción los programas de vinculación perteneciente a la Escuela Superior Politécnica del Litoral han definido como lineamientos de actuación las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. [1] [2].

El estudiante de la ESPOL por medio de su malla curricular de asignaturas básicas y profesionalizantes desarrolla competencias de índole cognitivas y procedimentales, las cuales consolidan su formación y perfil profesional. De modo que están en capacidad de generar soluciones a los problemas asociados a las necesidades de la sociedad. Sin embargo, la solución de problemas relativos al contexto social no solo involucra el desarrollo de actividades argumentativas e interpretativas desde un óptico técnico, sino que es necesario implicar competencias socioemocionales y conductuales, que son perfeccionadas en las practicas comunitarias de vinculación con la sociedad. Dentro de esta perspectiva podemos decir, que la Institución de Educación Superior es la encargada de la formación con relación al conocimiento, necesidades y conducta dentro de un entorno de formación basado en la estructura de la sociedad [3] (Fig. 1).

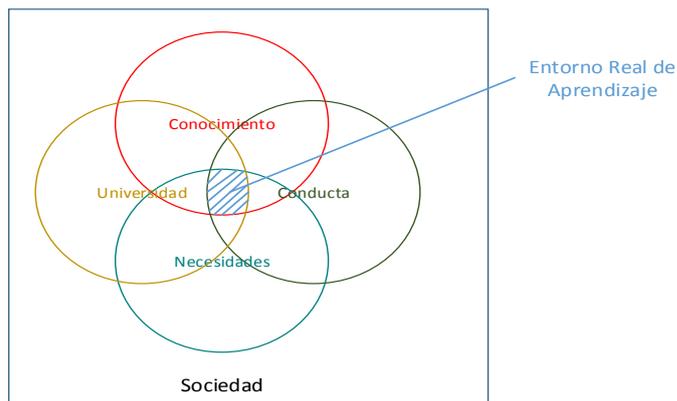


Figura 1: Interacción de Áreas

La educación en los diferentes niveles de la sociedad permite mejorar nuestra calidad de vida y fortalecimiento del desarrollo sostenible. Dentro de este contexto, el desarrollo de técnicas y metodologías de enseñanza-aprendizaje tienen un enorme potencial para introducir cambios en los diferentes actores de la sociedad, influyendo en el comportamiento de los alumnos, ayudándolos a formar opiniones y actitudes constructivas respecto al mundo y fomentando el desarrollo de su potencial y sus capacidades en un marco de sostenibilidad global.

En consecuencia, la organización de las Naciones Unidas especializada en educación (UNESCO) considera que la educación es un derecho humano y es de la prioridad principal esencial como medio para impulsar el desarrollo sostenible en los países. A este respecto, la UNESCO es la encargada de dirigir y coordinar la Agenda de Educación 2030, donde se enmarcan los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que tienen como fin garantizar una vida y entorno sostenible, en el presente y el futuro del mundo. Los ODS se enfocan en barreras sistémicas claves para el desarrollo sostenible, como lo son la desigualdad, comportamiento de consumo sostenible, la poca capacidad institucional y la degradación del ambiente [4][2].

2. ESTUDIO DE CASO

La gestión de la energía como temática de estudio puede ser considerada como eje transversal de conocimiento o de desarrollo sostenible como lo plantean las ODS, esta articulación permite su incorporación dentro del contexto de actividades de vinculación con la sociedad, a partir de este criterio la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la producción perteneciente a la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), ejecutado desde el 2016 el proyecto titulado “Concienciación para la Gestión Energética domiciliar orientada a los estudiantes del Bachillerato General Unificado de entidades educativas localizadas en sectores vulnerables de la localidad de Guayaquil- Prov. Guayas”. Este

proyecto se centra en un proceso de capacitación por medio de facilitadores (estudiantes de la carrera de Mecánica). Posteriormente a finales del 2018, se reestructura el proyecto en el marco de la Enseñanza para el desarrollo sostenible articulando el proyecto titulado “Educación para el desarrollo sostenible (EDS) dirigida a centros enseñanza secundaria en la ciudad de Guayaquil”, donde se amplía el espectro de actuación incluyendo capacitación de conceptos básicos de Energías Renovables.

El análisis de comportamiento socio-energético se relaciona con el incremento del número de persona que actualmente tiene acceso a la energía eléctrica a consecuencia del incremento poblacional acompañado de las necesidades las cuales están creciendo a la par (demanda energética). Así mismo, las personas involucradas conforman la estructura del mercado tanto en calidad de demandantes como ofertantes de servicios en suministro energético generándose impactos no sólo al mercado sino en el uso de los recursos, gestión de la energía, recursos energéticos e interacción en la comunidad. Todas estas variables generan un espacio sinérgico donde el estudiante deberá desarrollar sus competencias en un entorno no controlado ni limitado, lo que hace en la práctica que el estudiante debe aplicar estrategias y competencias transversales de sostenibilidad [5] [6].

Ahora bien, es importante destacar que la UNESCO cita que el desarrollo sostenible empieza por la educación y el desarrollo de ambientes de aprendizaje, por esta razón el proyecto enmarca sus actividades en relación directas a los objetivos de aprendizajes: cognitivos, socioemocionales y conductuales establecidos en los ODS 7 y 11, en particular a los puntos relacionados a uso de la energía [7].

Finalmente, según Weil, 1993 “el todo y cada una de las sinergias están estrechamente ligados con interacciones constantes y paradójicas” [8], lo que quiere decir que cada aspecto está ligado con los acontecimientos que ocurren en cada parte del proceso. En este sentido se comprende que el Desarrollo Sostenible involucra el Ambiente, Sociedad y la Economía local expresados en el Séptimo y Décimo Tercero de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Energía Asequible y No Contaminante; y Acción por el Clima). La perspectiva que aquí adoptamos es que el Modelo Holístico ajusta las partes de este todo para dar lugar a una nueva relación que vincula y traspone la gestión de la Energía, con el uso de los Recursos y su impacto en el mercado dentro de la sociedad [9].

2.1. Componente 1: Gestión energética domiciliaria

La educación en los diferentes niveles de la sociedad permite mejorar nuestra calidad de vida y fortalecimiento del desarrollo sostenible. Dentro de este contexto, el desarrollo de técnicas y metodologías de enseñanza-aprendizaje tienen un enorme potencial para

introducir cambios en los diferentes actores de la sociedad, influyendo en el comportamiento de los alumnos, ayudándolos a formar opiniones y actitudes constructivas respecto al mundo y fomentando el desarrollo de su potencial y sus capacidades en un marco de sostenibilidad global.

En consecuencia, la organización de las Naciones Unidas especializada en educación (UNESCO) considera que la educación es un derecho humano y es de la prioridad principal esencial como medio para impulsar el desarrollo sostenible en los países.

Dentro de este contexto, el gobierno del Ecuador establece en el año 2009 la necesidad de elaborar un modelo para el desarrollo de un Estado plurinacional e intercultural y que permita lograr el Buen Vivir de las y los ecuatorianos. Este modelo plantea doce estrategias de acción, donde la sostenibilidad forma parte del eje central de ejecución y articulación de actividades enmarcados en los ODS, establecidos por la UNESCO [10].

El plan destaca que la educación en los diferentes niveles de formación deberá incluir dentro de sus objetivos el aportar al Desarrollo Sostenible del país, promoviendo la integración de conocimientos asociados a la sostenibilidad en todos los niveles de formación. Dentro de este marco, la educación de la energía un clave para el cumplimiento de los ODS [10].

Es oportuno mencionar, que dentro del Plan Toda una Vida (PTV), la energía es un sector estratégico establecido claramente en las políticas de gestión y desarrollo del gobierno ecuatoriano, donde se plantea la necesidad de desarrollar un modelo de desarrollo sostenible con el objetivo de garantizar el suministro de energía eléctrica con criterios de eficiencia, sostenibilidad, calidad, continuidad y seguridad logrando minimizar la presencia de combustibles convencionales en la generación de energía [10].

En base a lo mencionado, se ha venido desarrollando e implementando dentro del enfoque de programas de vinculación con la sociedad un proyecto en el campo de la gestión energética domiciliaria que se basa en aplicar estrategias y mecanismos basados en la sostenibilidad energética, con el fin de que los hogares ubicados en zonas urbano marginales de la ciudad de Guayaquil puedan reducir el consumo de energía eléctrica y usen fuentes limpias de energía y que a su vez permita plantear un modelo de gestión, en el cual las generaciones actuales puedan satisfacer sus necesidades energéticas garantizando el futuro a las siguientes generaciones.

Desde el año 2015 se ha venido trabajando con los estudiantes de colegios ubicados en el sector del Fortín a través de cursos de capacitación con duración de 20 horas, tanto teóricas y prácticas, sobre ahorro de electricidad, conexiones eléctricas en el hogar en y eficiencia energética.



2.2. Componente 2: Energías Renovables

Las energías renovables son consideradas como una fuente importante para una transformación energética que permitan obtener un modelo de desarrollo sostenible. Hoy en día es necesario encontrar o lograr soluciones socialmente aceptables y económicamente viables que permitan disminuir la “pobreza energética”, amigables con el medio ambiente y limpias de forma que se reduzca sensiblemente la emisión de gases de efecto invernadero y, las energías renovables son un candidato ideal para lograr este cambio de paradigmas.

En este, marco, el Ecuador dentro de sus políticas de cambio de la matriz energética nacional, establece la necesidad de evolucionar a un sistema de mayor eficiencia y equilibrio del suministro de energía, que permita la seguridad nacional y la conservación del ambiente en un marco de desarrollo sostenible. Sin embargo, todavía existen una serie de barreras que impiden la promoción y desarrollo de las fuentes de Energía Renovables en el Ecuador [11], entre las cuales tenemos:

- Falta de conocimiento entre los usuarios sobre las limitaciones de las tecnologías de energía renovable.
- No existen Planes de Capacitación para los usuarios finales de los sistemas.
- Alta inversión inicial para la instalación de los sistemas renovables, falta de incentivos o subvenciones gubernamentales.
- Inexistencia de mercados bien establecidos debido a la falta de gestión de actividades de divulgación y promoción.
- Falta de Reglamentos o Regulaciones en el campo tecnológico.
- Ausencia o mínimo grado de información sistematizada sobre el potencial de los recursos renovables y su localización.

Resulta claro, que un punto importante en el fomento de las energías renovables son los procesos de capacitación por medio del desarrollo de modelos de enseñanza que involucre de manera directa a los estudiantes a los sistemas renovables y por ende al desarrollo sostenible.

Además, la sostenibilidad energética como temática de estudio abarca desde la generación, transmisión, uso e impactos y puede ser considerada como eje transversal de conocimiento o de desarrollo sostenible como lo plantean las ODS, esta articulación permite su incorporación dentro del contexto de actividades de vinculación con la sociedad. El proyecto antes mencionado, plantea la prospección de parámetros y variables asociadas en la percepción sobre el conocimiento en sostenibilidad energética. Con el fin de

identificar que conceptos de energías renovables los estudiantes asocian con el desarrollo sostenible.

3. OBJETIVOS EDS

Se ha considerado los objetivos de aprendizaje asociados a la Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible asociados a la Energía Asequible y no Contaminante, [7] los cuales se describen a continuación:

3.1. Objetivos de aprendizaje cognitivos

El/la alumno/a conoce sobre los impactos negativos de la producción de energía no sostenible, comprende cómo las tecnologías de energía renovable pueden ayudar a impulsar el desarrollo sostenible, y entiende la necesidad de tecnologías nuevas e innovadoras y particularmente de la transferencia de tecnología en la colaboración entre países.

3.2. Objetivos de aprendizaje socioemocionales

El/la alumno/a es capaz de explicar normas y valores personales relacionados con la producción y el uso de energía, así como de reflexionar y evaluar su propio uso energético con relación a la eficiencia y la suficiencia.

3.3. Objetivos de aprendizaje conductuales

El/la alumno/a es capaz de aplicar y evaluar medidas para aumentar la eficiencia y la suficiencia energéticas en su esfera personal y la cantidad de energía renovable en su matriz de energía local

4. METODOLOGÍA

En atención a la problemática expuesta, se planteó el desarrollo de un programa de sostenibilidad energética asociado a un entorno real de aprendizaje donde se articulen de forma técnica y pedagógica tres actores sociales: la unidad educativa, la comunidad y la Institución de Educación Superior, generando una sinergia que permita integrar la sostenibilidad; considerando [12], por tales razones los objetivos específicos planteados son:

- Identificar el consumo y demanda de energía en función de las necesidades y sistemas existentes para la determinación del modelo de Sostenibilidad que conlleve contenidos de formación.
- Identificar y desarrollar instrumentos o herramientas metodológicas para la enseñanza proactiva correlacionada a conceptos y aplicaciones fundamentales a la gestión de ahorro energético.
- Formar a los estudiantes en aspectos básicos relacionados a la gestión y uso de la energía domiciliaria, detectando formas y acciones



conducentes a la sostenibilidad energética.

- Elaborar módulos móviles para la capacitación de energía renovable a escala de prototipo.
- Implementar un protocolo de capacitación en fuentes de energía renovables, acorde a las características sociales, económicas del área de estudio en el marco de la sostenibilidad energética domiciliaria.
- Capacitar a los estudiantes en aspectos básicos de las fuentes renovables de energía y su importancia para el desarrollo sostenible.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos antes citados, los componentes de actuación por parte de la IES en el Proyecto fueron articulados de la siguiente manera:

- Capacitación y refuerzo de Competencias.
- Elaboración de un plan de gestión energética
- Análisis de Hábitos Socio energéticos.
- Selección de Herramientas de Enseñanza y transferencia transversal de conocimiento.
- Sociabilización, por medio del Ciclo de formación y capacitación para los estudiantes de las Unidades Educativas.
- Interpretación y análisis de resultados.

4.1. Modelo de aprendizaje de sostenibilidad energética.

En esta etapa se establecen los contenidos mínimos que formarán parte del programa de capacitación y de formación para los estudiantes de los colegios y además del diseño un curso en formación de formadores en el campo de la Sostenibilidad Energética, para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica, los cuales actuarán como facilitadores y/o formadores en las unidades educativas. El modelo planteado se basa en el esquema que se muestra en la Fig. 2.



Figura 2. Modelo de Trabajo Propuesto

Los contenidos de aprendizaje, seleccionados son:

- Producción, suministro, demanda y uso de energía.
- Eficiencia y suficiencia energéticas en el uso de energía.
- Sistemas de ahorro de Energía.
- Determinación de Consumo y Demanda de Energía Propia.
- Impactos derivados al uso de Energía.
- Fuentes de Energía Renovables.
- Aplicaciones de Energía Renovables.

4.1.1 Curso de formación de formadores

Para determinar cuáles son los entornos de aprendizaje ajustados a la formación del futuro profesional, desde la educación superior, es necesario tener claro que las competencias que deseamos desarrollar en la persona a partir de un determinado ambiente o contexto, considerando los conocimientos, actuaciones, cualidades, cultura y emotividad. En la práctica, los estudiantes están viviendo permanentemente una acción educativa en su proceso de formación, que se relaciona con:

- a) Saber: es el dominio de conocimientos teórico-prácticos, incluyendo la gestión de los conocimientos.
- b) Saber hacer: son las habilidades y destrezas que garantizan su alta calidad productiva.
- c) Saber estar: es el dominio de la cultura del trabajo y de su participación positiva en el entorno social.
- d) Saber ser: son las actitudes, los altos valores y los comportamientos que tendrá al actuar dentro de la sociedad [9].

Por tanto, es necesario identificar los escenarios de intervención del estudiantado, y que estos se encuentren lo más cercano a la realidad o que aprendan a resolver problemas propios de la profesión.

Considerando lo antes planteado el entorno de aprendizaje constructivista se generan las condiciones para potenciar dichas experiencias, el punto de partida debe constituirse por un modelo de participación activa del estudiante en la solución de un problema, poniendo en práctica conocimientos adquiridos al largo de su formación, que le den sentido a lo aprendido, permitiéndole evidenciar el desarrollo de la competencia profesional.

Previo a la ejecución del proyecto los estudiantes de la carrera deben realizar un periodo de capacitación o refuerzo de competencias. El primer apartado se relaciona a la sostenibilidad energética, donde se imparten aspectos relacionados conceptos básicos relacionados a los tipos de energía, unidades de energía,



eficiencia energética, inventario de electrodomésticos, medidor de carga domiciliaria y aplicaciones para la vida cotidiana, con el fin que reforzar el empleo de fuentes de información y las herramientas cognitivas para la construcción del conocimiento del entorno (aprender haciendo) [13].

Del mismo modo, se realiza un refuerzo en las Herramientas de colaboración y conversación por medio charlas y trabajo grupales en gestión y ahorro energía, pues bien, el modelo de gestión energética incorporara la realización de actividades compartidas entre los estudiantes de la ESPOL; en su proceso de formación y previa a la capacitación que realizaran con los alumnos del centro educativo. Fig. 3.



Figura 3. Capacitación y Refuerzo de Competencias

Las actividades de formación que realizan los estudiantes de la carrera de Mecánica son:

- Introducción a Objetivos de Desarrollo Sostenible (4 horas)
- Conceptos básicos de Instrumentación Energética (3 horas)
- Gestión Energética Domiciliaria (5 horas)
- Fuentes Renovables de Energía (5 horas)
- Comunicación efectiva (3 horas)

Posteriormente, con la guía de un profesor de la carrera realizan el diseño, desarrollo conceptual y elaboración de prototipos portátiles de enseñanza de sistemas de energía renovable y módulos de iluminación residencial. Estos prototipos serán empleando como equipos móviles de laboratorio y formarán parte de las estrategias de enseñanza a aprendizaje a utilizar dentro de los colegios.



Figura 4. Presentación de Prototipos

Finalmente, se estructura un último módulo de apoyo contextual y social, donde el estudiante asocia las variables sociales y culturales del entorno (El Fortín) con sus perspectivas profesionales, con el fin de establecer una posible estrategia de actuación a partir de adaptación factores contextuales, considerando que los entornos reales son complejos y diferenciados entre sí [14]. Resulta claro, que partir de esta etapa es necesario que el alumno deberá ser acompañado por un tutor (profesor de la ESPOL), quien se convertirá en guía para motivar a los estudiantes, fortalecer los procesos cognitivos, responder a sus dudas, estimular la reflexión y los procesos metacognitivos.

4.1.2 Actividades de enseñanza-aprendizaje en los colegios.

El desarrollo de las diferentes herramientas y los mecanismos empleados en el presente proyecto responden a criterios o parámetros de enseñanza - aprendizaje establecido dentro del aprendizaje significativo; proceso mediante el cual, el sujeto realiza una metacognición en: “aprender a aprender” considerando como punto de partida sus conocimientos precursores y los recientes logrando integrarlos para lograr la conceptualización o sistematización de los saberes [15] [13]. Debe señalarse, que los ciclos de Formación para los estudiantes de la Unidades Educativas se basaron en el desarrollo de esquemas de actividades formativas considerando el enfoque pedagógico establecido en objetivo ODS número 7, con el fin fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, con relación a la sostenibilidad energética.

En esta etapa también se incluyeron tópicos específicos de aprendizaje constructivista a nivel de los alumnos de las unidades educativas, como los son:

- Aprendizaje basado en la práctica o experimentación con sistemas de iluminación.
- Reflexionar y discutir sobre el propio uso de la energía; por ejemplo, clasificar las razones para el uso de energía.

- Realizar una campaña de ahorro de energía en la propia institución o a nivel residencial.
- Comprender el uso de la Energía Renovable y su aplicación residencial.

Finalmente, se estableció utilizar dos escenarios como estrategias dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. El primero con una duración de 10 horas, denominado Formación de formadores en gestión energética domiciliaria (FGED), con el fin de fortalecer las habilidades relacionadas a la gestión de energía acorde al contexto local de la sociedad. y el segundo con una duración de también de 10 horas asociado a la Capacitación en temas de energías renovables por medio de equipos y módulos móviles. Fig. 5 y Fig. 6.



Figura 5. Escenario FGED



Figura 6. Escenario Capacitación EERR

4.2. Recursos Didácticos

Cabe destacar que un punto clave del proyecto es el diseño de las herramientas o material didáctico de transferencia transversal del conocimiento, en función de los resultados obtenidos en la encuesta de diagnóstico, el modelo de enseñanza aprendizaje seleccionado y las características representativas del entorno.

Durante esta fase se desarrollaron los siguientes recursos educativos para los procesos de capacitación y formación:

- Guía de Eficiencia Energética,

- Presentaciones en power point
- Guía de trabajo estudiante-comunidad.
- Tableros demostrativos de sistemas de iluminación.
- Prototipos móviles de aplicaciones Energía Renovable.

En la práctica, la guía de Eficiencia Energética se emplea como recursos de formación estudiante-comunidad y también como libro de trabajo para las actividades de aprendizaje en los hogares. En la Fig. 7 y Fig. 8, se presentan los portados del material impreso utilizado.



Figura 7. Manual de Ecoeficiencia en el hogar



Figura 8. Guía del Sistema Demostrativo de Energías Renovables

5. RESULTADOS

Es importante destacar que los resultados obtenidos por el proyecto pueden dividirse en dos escenarios de actuación:

5.1. Formación de formadores en gestión de eficiencia domiciliaria.

En este escenario se describen los datos y resultados obtenidos por las actividades de formación que se han venido realizando los últimos 3 años en los diferentes ciclos de formación y capacitación que ha permitido identificar comportamientos o hábitos socio energéticos, preconceptos relacionados al manejo de energía y otras variables que el estudiante de colegio asocia con la idea del ahorro energético residencial. En la Tabla 1, se muestra el detalle de los ciclos de capacitación realizados. Los ciclos de formación fueron diseñados con una duración de 10 horas de presenciales dentro del aula y 10 horas de actividades autónomas.

Tabla 1: Número de Ciclo de Formación

Unidad Educativa	Ciclo de formación	Número de Estudiantes
Eugenio Espejo	12	1000
Adalberto Ortiz	4	120
Esteban Cordero	4	200

La interacción con las tres unidades Educativas (Esteban Cordero de FE y Alegría (Fig.9) , PCEI Eugenio Espejo (Fig.10) y Adalberto Ortiz) ha permitido el levantamiento de la línea base del nivel cultural socio-energético a partir del análisis de los hábitos de consumo energético y las variables que el estudiante conoce en su entorno. No se consideran las variables climáticas, infraestructura o económicas que involucren una capacitación previa, lo cual podría repercutir en el alcance del proyecto piloto [6].



Figura 9. Ciclo de Formación U.E. Esteban Cordero - Fe y Alegría

El análisis precedente, permitió identificar que las variables de género y edad (a nivel de estudiantes del bachillerato), no influye en el nivel cultural socio-energético de los estudiantes, siendo la variable de iluminación del hogar la única que pueda asociarse con una conducta de ahorro de energía. Por otro lado, esto implica que el diseño de contenidos y de herramientas de formación en gestión energética puede ser genérico, lo que permitiría su replicabilidad en otras instituciones de educación media de los sectores urbanos-marginales [6].

A partir de la información obtenida del modelo de comportamiento de hábitos socio-energético, se desarrollaron los módulos de iluminación, los cuales son empleados como un elemento de apoyo didáctico donde el estudiante de la unidad educativa por medio de la guía de un estudiante de la ESPOL diferencia el consumo de energía asociado a los diferentes tipos de focos (Fig. 10).

Es importante mencionar, que la ejecución de cualquier proyecto enmarcado al fomento del desarrollo sostenible deberá tener un involucramiento de todos los actores sociales dentro del entorno de actuación, por tal razón dentro de las actividades que se planifican en las unidades educativas incluye una charla con los padres de familia como parte del proceso de transferencia de conocimiento. (Fig. 11).



Figura 10. Ciclo de Formación U.E. PCEI Eugenio Espejo



Figura 11. Charlas con padres de familia. U.E. PCEI Eugenio Espejo

Finalmente, uno de los componentes más importantes, fue la participación de los estudiantes durante el proceso de formación y posterior aplicación de las estrategias y hábitos de gestión energética desarrollados con el fin de lograr reducción del consumo de energía en sus casas. Se determinó que posterior a los de tres meses de haber realizado los ciclos de formación, se puede apreciar una reducción del 10% al 30% de consumo de energía promedio en los hogares de los estudiantes de colegio. Asimismo, los resultados indican que la metodología diseñada puede integrarse dentro de entorno de aprendizaje y fomenta la enseñanza de conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible en el bachillerato unificado.

5.2. Capacitación en energías renovables.

Esta segunda fase de actuación del proyecto va a cumplir un año de ejecución, sin embargo, se ha obtenido resultados preliminares prometedores, en relación con el desarrollo de herramientas didácticas y retroalimentación por parte de los estudiantes de las unidades educativas.

Es importante mencionar, que la evaluación de los primeros prototipos contó con la participación de las autoridades de la unidad Educativa PCEI Eugenio Espejo, quienes realizaron una valoración pedagógica de los primeros 5 prototipos desarrollados: colector plano solar, colector parabólico, cocina solar, seguidor fotovoltaico solar y generador eólico.

Durante el proceso de valoración, identificaron complejidades asociadas al manejo de los módulos y las bases teóricas necesarios por parte de los estudiantes que deberían tener previo a la capacitación; dentro de este escenario se identificaron que el módulo de fotovoltaica debería ser acompañado con una guía más detalla de capacitación. Finalmente, en base a los grados de interés y sugerencias de los estudiantes capacitados se procedió al escalamiento de tres módulos a dimensiones de prototipo, siendo estos, el colector solar plano, parabólico y seguidor fotovoltaico.

Se han elaborado un total de 7 prototipos de fácil transporte y montaje bajo el formato de laboratorio móvil de energía solar, lo que permite realizar actividades de capacitación dentro de la Unidad Educativa, haciendo interactuar a los estudiantes con módulos de energía solar térmica y fotovoltaica de manera directa y explicativa (Fig. 12 y Fig. 13).

Los primeros ciclos de capacitación en relación al tema de energías renovables, se han realizado en las unidades educativas PCEI Eugenio Espejo y Esteban Cordero-Fe y Alegría, con un total de alumnos capacitados de 290 estudiantes.



Figura 12. Módulo de Energía Solar Térmica



Figura 13. Módulo de Energía Solar Fotovoltaica

Estos primeros ciclos de capacitación permitieron el perfeccionamiento de las herramientas y guías de trabajo por parte de los estudiantes de la ESPOL; asimismo permitió el desarrollo de competencias asociadas a la enseñanza para el desarrollo sostenible en relación directa al ODS 7.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de actividades de formación en el campo de la gestión energética domiciliar bajo el esquema de formador de formadores, permite al estudiante vincularse con un modelo de ahorro de energía en el hogar, incentivando de manera constructivista y guiada en el desarrollo de competencias y hábitos socio-energéticos que contribuirán en la reducción del consumo de energía (kWh) en su hogar. Cabe indicar, que posterior a los ciclos de formación de los estudiantes de colegio, los hogares han presentaron una reducción media de energía del 10% en relación a consumo inicial registrado en las planillas de eléctrica.

De igual manera, la capacitación empleando módulos y/o prototipos móviles permite una mejor transferencia de conocimiento, articulando la teórica con la práctica dentro del entorno áulico. Este proceso estimula al estudiante de colegio a indagar de manera constructivista y guiada sobre su proceso de formación,

además, permite la retroalimentación del manejo y diseño de los módulos de enseñanza acorde a las necesidades académicas del estudiante.

Finalmente, el perfeccionamiento de las actividades áulicas en el marco de los EDS contribuye directamente al cumplimiento de las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), permitiendo a nuestros practicantes de la ESPOL comprendan los aspectos asociados a sostenibilidad y resiliencia.

7. DISCUSIÓN

El análisis de los resultados de la investigación permite sugerir cambios que pueden contribuir a mejorar el diseño de un modelo educativo basado en la sostenibilidad energética en otras instituciones, así como el consumo consciente y responsable de energía.

Por otro lado, también debe considerarse la participación de los docentes en cursos, capacitaciones y talleres en aspectos relacionados a la gestión de la energía con el fin de fortalecer la formación en el desarrollo sostenible.

AGRADECIMIENTOS

A las unidades educativas, autoridades, padres de familia y sobre todos estudiantes que han apoyado de forma parcial o total el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CES, Reglamento de Régimen Académico, Quito: RPC-SE-13-No.051-Z013, 2013.
- [2] CEAACES, «LEY ORGÁNICA DE EDUCACIÓN SUPERIOR,» 04 05 2016. [En línea]. Available: <http://educaciondecualidad.ec/leyes-sistema/ley-educacion-superior-loes.html>.
- [3] A. Quinteros Trelles, D. Rodríguez y N. Lavid, «Diseño e implementación de un modelo para la planificación de prácticas pre profesionales en la educación superior,» 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering Innovations for Global Sustainability", vol. FP#240 , pp. 1-8, 2017.
- [4] UNESCO, «EL DESARROLLO SOSTENIBLE COMIENZA POR LA EDUCACION,» Paris, 2014.
- [5] E. Delgado, J. Peralta, J. Guevara y M. Naranjo, «Aplicación del aprendizaje significativo para la socialización y sistematización de técnicas en eficiencia energética domiciliaria,» Conference Proceedings LACCEI INTERNATIONAL MULTI-CONFERENCE FOR ENGINEERING, EDUCATION AND TECHNOLOGY, Julio 2016. DOI:

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.138>

- [6] E. Delgado Plaza, J. Guevara Sáenz de Viteri, J. Abad Moran, J. Peralta Jaramillo y J. Carozama, Identificación de los factores que influyen en los hábitos de consumo de energía asociados al nivel cultural de los habitantes del sector Fortín de la ciudad de Guayaquil, Conference Proceedings LACCEI, Boca Raton, FL, United States, Julio 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2017.1.1.315>
- [7] UNESCO, Education for Sustainable Development Goals - Learning Objectives, Paris, 2017.
- [8] P. Weil, Holística. Una nueva visión y abordaje de lo real. Ediciones, San Pablo. Bogotá., 1993.
- [9] L. Cuevas Guajardo, V. Rocha Romero, R. Casco Munive y M. Martínez Farelas, «Punto de encuentro entre constructivismo y competencias,» Aapaunam, vol. 3, n° 1, pp. 5-8, 2011.
- [10] S. N. d. P. y. D. -. Senplades, Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida, Quito, 2017.
- [11] M. C. d. S. Estratégicos, «Resumen Balance Energético Nacional 2015,» Guayaquil, 2015.
- [12] V. Guerrero-Hernández, J. Díaz-Camacho y L.-D. Agustín, «Modelo de diseño de Entornos,» Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI, 2015.
- [13] M. Esteban, «El diseño de entornos de aprendizaje constructivista,» Revista de Educación a Distancia, n° 6, pp. 1-12, 2002.
- [14] D. Kennedy , Redactar y utilizar un resultado de aprendizaje. Un manual práctico, Irlanda: University College Cork, 2007.
- [15] Z. Galván, «Criterios para propiciar el aprendizaje significativo en el aula,» [proyecto en línea] gobierno del estado de Hidalgo. Secretaria de educación pública de Hidalgo. Disponible en:, 2011. [En línea]. Available: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Criterios-Para-Propiciar-El-Aprendizaje-Significativo/2506653.html>. [Último acceso: 20 01 2018].
- [16] Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, 02 2016. [En línea]. Available: <http://www.buenvivir.gob.ec/>



Emérita Alexandra Delgado Plaza. Nació en Guayaquil. Recibió su título de Ingeniera Mecánica en la ESPOL; y su título de Maestría y Ph.D en Energías Renovables y Sostenibilidad en la Universidad de Santiago de

Compostela. Actualmente trabaja en la Facultad de Ingeniería mecánica y Ciencias de la Producción – ESPOL. Ha participado en desarrollos y ejecución de proyectos de Investigación a nivel nacional como Internacional en el ámbito de; energía solar térmica, fotovoltaica, biomasa, tratamiento de residuos, diseños y construcciones de equipos térmicos de baja y altas temperaturas. Adaptación tecnológica de sistemas híbridos para procesos de secado de productos alimentario y agrícola.



Juan Manuel Peralta Jaramillo.

- Nació en Guayaquil. Recibió su título de Ingeniero Mecánico en la ESPOL; y su título de Maestría y Ph.D en Energías Renovable y Sostenibilidad en la Universidad de Santiago de Compostela. Actualmente trabaja en la Facultad de Ingeniería mecánica y Ciencias de la Producción – ESPOL. Experiencia de más de 5 años en el área de sistema de distribución de energía y evaluación de recursos energéticos renovables. Ha participado en proyectos Nacionales e Internacionales. Actualmente coordina una red Internacional financiada por el CYTED en el campo de la energía.



Alexis Jamil Calle Cabrera
Nació en Guayaquil. Recibió su título de Ingeniero Mecánico en la ESPOL; Actualmente trabaja en la Facultad de Ingeniería mecánica y Ciencias de la Producción de la ESPOL. Profesor tiempo

completo.



Fausto Andrés Maldonado Galarza.

Nació en Guayaquil. Recibió su título de Ingeniero Mecánico en la ESPOL; y su título de Maestría en Materiales y Proceso de mecanización. Actualmente trabaja en la Facultad de Ingeniería mecánica y Ciencias de la Producción, ESPOL. Jefe de Taller Mecánico Industrial y profesor tiempo completo.



Aleyda Josefina Quinteros Trelles.-

Nació en Guayaquil. Recibió su título de Licenciada en Turismo en la ESPOL; y su título de Master en Investigación e Innovación Pedagógica en la Universidad Casa Grande. Actualmente trabaja en la Unidad de Vínculos con la Sociedad –ESPOL, como Especialista de proyectos de vinculación con la Sociedad. Sus áreas de actuación son el asesoramiento para el diseño y desarrollo de proyectos en desarrollo de habilidades productivas y negocios inclusivos para las comunidades. Formadora de docentes en vinculación con la sociedad. vinculación.



Galo Andrés Durazno Palacios.

Nació en Guayaquil. Recibió su título de Ingeniero Mecánico en la ESPOL; y su título Master en Ingeniería en Diseño Industrial en la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente trabaja en la Facultad de Ingeniería mecánica y Ciencias de la Producción –ESPOL. Profesor tiempo completo. Además, participa como consultor Asociado de Ingeniería en el área de diseño Mecánico y mantenimiento Mecánico.