

INGENIERIA INDUSTRIAL Y LA EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA UNIVERSIDAD

INDUSTRIAL ENGINEERING AND EDUCATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE UNIVERSITY

Milton Javier Briceño Martínez¹
<https://orcid.org/0009-0005-1121-1799>

RESUMEN: El análisis de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) lleva a identificar que estos son fundamentales para el desarrollo de una Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) que promuevan la calidad y competitividad a través de un ejercicio profesional que genere un impacto a favor de ayudar a subsanar los problemas de contaminación del aire, del agua, del suelo y, así mismo, problemas de desempleo y de inseguridad social. El presente artículo de investigación documental y descriptiva, sigue un enfoque cualitativo y tiene por objetivo mostrar la importancia de la inclusión de los fundamentos de la EDS en el plan de estudio de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad de Tecnología y Comercio (UNITEC) de Managua, Nicaragua que permita a sus egresados llevar este conocimiento a las comunidades empresariales ya que la mayoría de empresas nicaragüenses no cuentan con una buena capacitación y entendimiento de los ODS, lo que no contribuye al buen manejo de recursos y por ende no tengan un óptimo desarrollo. Formar ingenieros para la implementación de los ODS requiere nuevas competencias, incluido el aprendizaje y pensamiento creativos, solución de problemas complejos, colaboración interdisciplinaria y un código de ética. El ingeniero industrial deberá ser un profesional capaz de aplicar las herramientas para producir el cambio al que deben orientarse los procesos económicos tendientes al mejoramiento de la calidad ambiental, con una visión integradora y comprometida con las futuras generaciones.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo sostenible; ingeniería industrial; educación; instrumentos.

ABSTRACT: The analysis of the sustainable development objectives (SDG) leads to identifying that these are fundamental for the development of Education for Sustainable Development (ESD) that promotes quality and competitiveness through a professional practice that generates an impact in favor of help solve the problems of air, water, and soil pollution and, likewise, problems of unemployment and social insecurity. This documentary and descriptive research article follows a qualitative approach and aims to show the importance of including the fundamentals of ESD in the study plan of the industrial engineering degree at the University of Technology and Commerce (UNITEC). of Managua, Nicaragua that allows its graduates to take this knowledge to the business communities since the majority of Nicaraguan companies do not have good training and understanding of the SDGs, which does not contribute to good management of resources and therefore do not have an optimal development. Training engineers for the implementation of the SDGs requires new competencies, including creative learning and thinking, complex problem solving, interdisciplinary collaboration and a code of ethics. The industrial engineer must be a

¹ *Docente de Ingeniería Industrial, Universidad de Tecnología y Comercio, Managua, Nicaragua.*
<https://orcid.org/0009-0005-1121-1799> , doc.mbriceno264@unitec.edu.ni

professional capable of applying the tools to produce the change to which the economic processes aimed at improving environmental quality must be oriented, with an integrative vision committed to future generations.

KEYWORDS: Sustainable development; industrial engineering; education; instruments.

ABREVIATURAS:

EDS: Educación para el Desarrollo Sostenible
ODS: Objetivos del Desarrollo Sostenible
UNITEC: Universidad de Tecnología y Comercio
UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

INTRODUCCIÓN

El Desarrollo Sostenible es una forma de desarrollo que conduce al crecimiento económico, la elevación de la calidad de vida y el bienestar social, sin agotar la base de recursos naturales en que se sustenta ni deteriorar el ambiente o el derecho de las futuras generaciones a utilizarlo para satisfacción de sus propias necesidades, (Brundtland, 1987); se relaciona con un proceso de cambio progresivo en la calidad de vida del ser humano, por medio del crecimiento económico con equidad social y la protección del medio ambiente. En Nicaragua, aunque sus emisiones y niveles de contaminación sean bajos en comparación con los países desarrollados, éste presenta dificultades ambientales con las que tiene lidiar en el corto, mediano y largo plazo para lograr un verdadero bienestar económico, y por tanto un real desarrollo.

Las acciones sostenibles que toman las empresas se basan en metodologías, políticas y herramientas tecnológicas que disminuyen la emisión de gases tóxicos y otras sustancias dañinas al medio ambiente, o bien, considerando estrategias de ecoeficiencia como son: cuidar el agua, ahorrar energía, reducir residuos, utilizar envases reciclables, limitar o eliminar el uso de plásticos, utilizar transporte sostenible, reutilizar el papel y cuidar la flora y la fauna.

La ingeniería industrial es el enfoque de ingeniería aplicada a todos los factores, incluido el factor humano, implicados en la producción y distribución de productos o servicios (Maynard, 1953). Por tanto, se considera una profesión en la que los ingenieros aplican sus conocimientos técnicos y su capacidad de resolución de problemas para optimizar el funcionamiento de empresas, fábricas, líneas de producción y procesos, así como reducir el esfuerzo desperdiciado, la pérdida de productos y los gastos, al tiempo que aumentan la productividad de una organización.

El objetivo del presente artículo es documentar sobre los principales fundamentos de la educación para el desarrollo sostenible y la necesidad de integrar estos conocimientos, habilidades y actitudes a los egresados de la carrera de Ingeniería Industrial para mejorar sus competencias en relación con la formación sustentable. La hipótesis es que se necesita un cambio de la ruta académica, técnica, centrada en el conocimiento de hoy en día a un enfoque interdisciplinario basado en la educación para la sostenibilidad (EDS), y este cambio debe ser asumido como

componente de la resiliencia socioecológica o de la sostenibilidad en el sentido más amplio, porque los seres humanos deben ser educados y preparados para la recuperación y preservación del medio ambiente, la sociedad y la economía.

En la industria de los últimos años, uno de los efectos secundarios más significativos del aumento de la producción y la productividad es el impacto al medio ambiente. En esos casos, un mayor uso de los recursos causa un efecto directo negativo sobre la sostenibilidad. Por consiguiente, existe una fuerte relación con la línea de trabajo de los ingenieros industriales y sus esfuerzos para mejorar la productividad reduciendo los desperdicios y logrando mayor eficiencia. Por ello, se plantea que el papel del ingeniero industrial, es el desarrollo e innovación de estrategias derivadas de los objetivos del desarrollo sostenible que permita la mejora de la productividad de las empresas nicaragüenses, usando menos recursos naturales.

En la Universidad de Tecnología y Comercio (UNITEC) de Managua, la carrera de Ingeniería Industrial tiene por objetivo manejar el conocimiento científico-técnico del ámbito industrial, aplicado a los procesos productivos de la empresa, con el propósito de mejorar la productividad de los bienes y servicios en concordancia con las políticas de innovación y fomento industrial, que contribuyen al desarrollo socio económico del país, estimulando el uso de la metodología científica como una actividad permanente en el formación integral del profesional de la ingeniería industrial, desarrollando un espíritu de innovación e investigación permanente con conciencia crítica.

METODOLOGÍA

El método de investigación estuvo enfocado en el constructivismo como paradigma, ya que se ha hecho énfasis en la presentación de información recopilada para el conocimiento y comprensión del problema. Su enfoque es cualitativo porque no basa en datos sino en conceptos, interpretaciones y aplicaciones del Desarrollo Sostenible y la Ingeniería Industrial.

El estudio es según la fuente de información una investigación documental de tipo descriptivo, donde la variable independiente son las diferentes herramientas y estrategias que estudia la ingeniería para el alcance de la variable dependiente, que es el logro de los objetivos del desarrollo sostenible. También es de corte transversal según su ubicación en el tiempo ya que se han tomado datos e información de la situación actual en que se encuentra la industria nicaragüense. Las etapas del análisis documental trabajados fueron: definir los objetivos de la revisión, consulta de bases de datos y fuentes documentadas, establecimiento de la estrategia de búsqueda cumpliendo los criterios de calidad y organización de la información.

Se ha considerado como muestra de la investigación la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Tecnología y Comercio de Managua (UNITEC) de una población que abarca todas las carreras de Ingeniería impartidas por la universidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción sustentable esta referida como una posibilidad de generar desarrollo económico y social, pero realizando un mínimo impacto en el medioambiente. Implicando mejorar los posibles esfuerzos para diseñar formas de producción que se ajusten a estos requerimientos.

El término educación para la sostenibilidad se ocupa de lo mismo que la etiqueta educación ambiental, pero desde la aparición del Informe Brundtland en 1987 el primero comenzó a ganar prevalencia, ya que se le dio a su significado una connotación más amplia e inclusiva al integrar los aspectos ambientales, sociales y económicos (Pol y Castrechini, 2013). Actualmente, con la aparición y desarrollo de la ciencia de la sostenibilidad se habla en términos de educación en ciencia de la sostenibilidad, la cual retoma la experiencia acumulada por la educación ambiental y se orienta hacia una completa reforma de la sociedad en lugar de solo reformar la conciencia individual, los planes de estudio que promueven el conocimiento conductual, así como las experiencias in situ por sobre solo la satisfacción por el conocimiento (Tamura y Uegaki, 2012).

Desarrollo sostenible e ingeniería

La revolución tecnológica iniciada en el último tercio del siglo XX, guiada por la microelectrónica, la informática y la biotecnología ha traído grandes posibilidades en el plano de la información, conocimientos y niveles de productividad, como así también nuevos retos políticos, económicos y culturales (Arocena, 1993). Se adhieren a estos cambios, los suscitados en relación con el cuidado de las condiciones básicas de vida en el entorno, el rol social del trabajo, el valor de la persona humana en el medio productivo, entre otros. Con la trascendencia del campo del Desarrollo Sostenible (DS) y de otros vinculados a él, entre ellos la Responsabilidad Social Empresaria (RSE), se ha planteado como un desafío a la Educación Superior la necesidad de la inclusión de este concepto en la formación de los profesionales.

La UNESCO ha insistido en que la educación superior debe cumplir una misión social, garantizando calidad en la enseñanza, formación e investigación y brindando servicios a la sociedad. Ha propuesto que desde las instituciones universitarias se generen conocimientos específicos que respondan a los problemas socioeconómicos, políticos y culturales de sus propios contextos.

En el ámbito de la ingeniería se han logrado avances en cuanto a la formulación de principios, técnicas y normativas; estrategias que promueven opciones más amigables con el ambiente, entre ellas tenemos:

- Los Principios de Hannover (2000);
- La Declaración de Shangai “Ingeniería y Futuro Sostenible” (2004);
- Principios guía para la Ingeniería para el Desarrollo Sostenible de la Real Academia de Londres (2005);

- El Manual para la Productividad Verde de la Organización de Productividad Asiática (2008) en el que se promueve y ejemplifica el uso de la Ecoeficiencia, Producción más limpia, Análisis del Ciclo de Vida, Ecodiseño, las Normas ISO 14000 y las 5R: reusar, reciclar, rechazar, reducir, recuperar.

Asimismo, la UNESCO en el informe del “Programa de Acción Global para la Educación en Desarrollo Sostenible” postula que para alcanzar el DS no basta con consensos políticos, impulsos financieros o respuestas tecnológicas únicamente, se necesita “un cambio en la manera de actuar y pensar sobre el tema”. Es la educación, un factor crucial para lograr ese cambio. En esa dirección se plantean los objetivos del Programa de Acción Global:

a) reorientar la educación y el aprendizaje para que todas las personas tengan la oportunidad de adquirir conocimientos, competencias, valores y actitudes con los que puedan contribuir al desarrollo sostenible; y b) fortalecer la educación y el aprendizaje en todos los programas, agendas y actividades de promoción del desarrollo sostenible (UNESCO, 2013).

En la Universidad de Tecnología y Comercio, en todas las carreras de Ingeniería, incluida la Ingeniería Industrial, se han propuesto cambios curriculares que consideran la importancia de la incorporación de temas relacionados con el DS. El análisis curricular hace énfasis en que la enseñanza del DS se haga a través de materias específicas como Tecnología y Medio Ambiente o Ecología y Desarrollo Sostenible.

Estos evidentes avances en materia curricular, consideran que el enfoque ecológico y medio ambiental sigue siendo preponderante a la hora de abordar el desarrollo sostenible, pero se conduce a la necesidad de ampliar la noción de DS, superando el reduccionismo, tal como lo han planteado muchos organismos nacionales e internacionales en los espacios políticos y educativos.

Comprender el valor social de la ingeniería dentro de este nuevo paradigma, nos plantea la necesidad de reflexionar sobre la autonomía y la responsabilidad de las personas en un sentido comunitario, humanizando los bienes culturales y naturales, cambiando la percepción sobre nuestro entorno como una posibilidad para explorar y preservar, conservando y valorando la vida y su sentido para todos los que la habitan, asumiendo un modo de vivir que destaque la diversidad como una forma de riqueza y desarrollo, para lograr un cambio en los estilos de vida consumistas, hacia una reflexión ética y social de las consecuencias de nuestras decisiones y acciones.

Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS)

La Educación para el Desarrollo Sostenible conlleva la idea inherente de implantar programas que sean localmente relevantes y culturalmente apropiados. Todos los programas de desarrollo sostenible que incluyan EDS deberán tomar en consideración las condiciones ambientales, económicas y sociales de la localidad. Como resultado, la EDS tendrá muchas formas distintas en todo el mundo.

Para crear un plan de trabajo de EDS, las comunidades educativas necesitan identificar los conocimientos, perspectivas, temas, habilidades y valores fundamentales para el desarrollo sostenible en cada uno de sus tres componentes: medio ambiente, economía y sociedad. Un programa de EDS debe trabajar en implementar o mejorar los siguientes temas específicos que podrían obstaculizar el avance de la EDS:

1. Incrementar la Conciencia: La EDS es esencial.
2. Estructurar y Colocar la EDS en los Planes de Estudio
3. Relacionar la Sostenibilidad con Temas Actuales: Reforma Educativa y Viabilidad Económica.
4. Enfrentar la Complejidad del Concepto de Desarrollo Sostenible.
5. Desarrollar un Programa de EDS con Participación de la Comunidad.
6. Insertar Disciplinas Tradicionales en un Marco Interdisciplinario.
7. Compartir la Responsabilidad.
8. Construir la Capacidad Humana.
9. Desarrollar los Recursos Financieros y Materiales.
10. Desarrollar Políticas.
11. Desarrollar un Clima de Creatividad, Innovación y Toma de Riesgos.
12. Promover la Sostenibilidad en la Cultura Popular

Modelo de Fortalezas

El costo de reorientar la educación para abordar la sostenibilidad es tan grande que los países no pueden depender de un modelo de remediación para volver a capacitar a todos los maestros del mundo. En lugar de volver a capacitar a los docentes para que enseñen sobre sostenibilidad, necesitamos diseñar nuevos enfoques para la formación y capacitación de docentes para abordar la sostenibilidad. Uno de estos enfoques innovadores es el “modelo de fortalezas”. En este enfoque, cada disciplina y cada maestro pueden contribuir a la educación para la sostenibilidad.

Al implantar el modelo de fortalezas, se asegura de que los docentes y directivos comprenden el concepto de sostenibilidad y que están familiarizados con sus principios. Una vez que comprenden el concepto de sostenibilidad, los docentes de cada disciplina pueden examinar los planes de estudio y las actividades de la escuela para identificar las contribuciones que ya se están haciendo a la sostenibilidad. A continuación, los docentes pueden identificar las áreas potenciales en el plan de estudios actual en las que se pueden insertar ejemplos que ilustren la sostenibilidad o conocimientos, temas, perspectivas, habilidades y valores adicionales relacionados con la sostenibilidad.

Identificando las contribuciones actuales y potenciales, los líderes pueden crear conciencia entre la comunidad educativa acerca de estas contribuciones al panorama general de la EDS. Luego, estas contribuciones pueden entrelazarse para crear programas de EDS que se enseñen abiertamente a los alumnos. En este enfoque, las fortalezas con sinergia de las disciplinas educativas combinadas pueden transmitir los conocimientos, temas, habilidades, percepciones y valores asociados con la EDS.

Ninguna disciplina puede o debe pretender ser la poseedora de la EDS. De hecho, la EDS presenta retos tan amplios y de tal alcance que requiere de la contribución de muchas disciplinas. Por ejemplo, considere estas contribuciones disciplinarias a la EDS:

- Las matemáticas ayudan a los alumnos a entender números extremadamente pequeños (por ejemplo, partes por ciento, miles o millones), lo que les permite interpretar información sobre contaminación.
- Los idiomas, especialmente el conocimiento de los medios de comunicación, crea consumidores informados que pueden analizar los mensajes de la publicidad corporativa y ver más allá del “maquillaje verde”.
- La historia enseña el concepto de cambio global, al tiempo que ayuda a los estudiantes a reconocer que el cambio se ha dado por siglos.
- La lectura desarrolla la habilidad de distinguir entre los hechos y las opiniones y ayuda a los alumnos a convertirse en lectores críticos de los materiales de las campañas políticas.
- Las ciencias sociales ayudan a los alumnos a entender el etnocentrismo, el racismo y la inequidad de género, así como también a reconocer la manera en que éstos se expresan en la comunidad y en las naciones en todo el mundo.

Cada disciplina tiene técnicas pedagógicas asociadas. Las técnicas pedagógicas y las estrategias de cada disciplina combinadas contribuyen a crear una visión más amplia de cómo enseñar creatividad, pensamiento crítico y el deseo de un aprendizaje de por vida – todos estos hábitos mentales que apoyan a las sociedades sostenibles.

Programas

Los cambios de programa surgen a partir de una respuesta local a problemas o necesidades específicas. Los innovadores utilizan su experiencia para desarrollar un cambio programático en sus propias instituciones para satisfacer esta necesidad. Otros escuchan sobre la innovación y la adaptan o desarrollan sus propias versiones para ajustarse a las necesidades de su entorno institucional.

Políticas

Una política es un plan general que abarca las metas generales y procedimientos aceptables de un cuerpo de gobierno o grupo de autoridad. Las políticas son el siguiente paso después de que las prácticas innovadoras han demostrado valer el tiempo, esfuerzo y recursos invertidos en ellas. Conforme más individuos reconocen que un programa innovador cumple las metas educativas o políticas, la administración empieza a contemplar su expansión.

Debido a que todos los docentes y directivos tienen que cumplir políticas educativas durante su ejercicio profesional, es importante que tengan un entendimiento básico de cómo y por qué se generan las políticas. Cuando entienden por qué se generan las políticas, los docentes pueden ser capaces de contribuir a un cambio que sea compatible con la EDS en sus sistemas educativos.

Una propuesta para UNITEC puede establecer las siguientes políticas:

- La Universidad buscará desarrollar programas ambientales de distinción nacional.

- Los conceptos y preocupaciones ambientales se integrarán en todo el programa académico de la Universidad.
- UNITEC operará sus instalaciones con base en principios y prácticas ecológicamente sostenibles, donde sea económicamente factible.
- La Universidad establecerá un Consejo de Responsabilidad Ambiental que desarrollará un plan extenso para infundir la perspectiva ecológica y responsabilidad ambiental en el programa académico y en los programas de investigación, así como en la cultura del campus.

Prácticas

Para que las políticas se arraiguen con firmeza, los cambios se deben apoyar en las prácticas estándar del sistema. Por ejemplo, establecer un presupuesto para un programa EDS asignando a partidas que se renueven de manera automática anualmente, podría evitar que el programa tuviera que luchar cada año por conseguir fondos y no enfrentar la amenaza de una posible cancelación.

Las prácticas relacionadas con la EDS en la universidad deben dirigirse también a los docentes. Al observar los esfuerzos de reciclaje, compra y uso de productos de limpieza ambientalmente sostenibles, reuso del papel, así como la conservación de la energía y agua, los docentes pueden reconocer las prácticas que contribuyen a tener aulas de clase y edificio más sostenibles.

En UNITEC, la realización de las Ferias Tecnológicas cada año se considera una práctica que promueve la participación de los estudiantes de todas las carreras de ingeniería y se estimula la creatividad en proyectos sobre tecnologías verdes y desarrollo sostenible.

La Administración durante el cambio

Todas las organizaciones en proceso de transición pasan por estas tres etapas que deben ser manejadas de diferentes formas – el estado presente, el estado de transición y el estado futuro. La reorientación de la educación para la sostenibilidad seguirá el mismo camino y requerirá de diferentes técnicas de manejo en cada etapa.

Charles Hopkins, que estuvo involucrado en el programa de escuelas verdes de Toronto y en el esfuerzo del Consejo de Educación de Toronto para crear un programa académico basado en resultados, recomienda el siguiente proceso de siete pasos para generar el cambio en un sistema educativo:

(1) Tome la decisión de actuar

La educación se rige por las tendencias; siempre hay nuevas ideas en la comunidad educativa. Con cada moda o tendencia, los directivos y docentes deben decidir si la adoptan o la dejan pasar. Si los directivos deciden adoptar una nueva tendencia, entonces deben estar preparados para destinar fondos y recursos (por ejemplo, materiales de clase, tiempo de los maestros para planificar e implementar la nueva iniciativa, capacitación para los maestros). Los directivos saben que para que los maestros adopten una nueva tendencia o método, éste debe cumplir con al menos uno, o de preferencia más, de los siguientes criterios: (a) la nueva tendencia les interesa; (b) les facilita su trabajo; (c) hace la diferencia en sus programas (por ejemplo, marca una

diferencia positiva en cuanto a logros, actitudes o comportamiento de sus alumnos); y (d) se les hace responsables y se les evalúa.

(2) Respalde su decisión con una razón

Después de que la universidad escuela adopta una nueva tendencia, la dirección debe dar a conocer la decisión interna y externamente. Este aviso debe ir acompañado de una razón fundamental que sea fácil de transmitir y de comprender. Las explicaciones deben convencer a los maestros, padres de familia, y directivos de que el cambio vale la inversión de tiempo y esfuerzo.

Las razones deben incluir una explicación de la manera en que la reforma es mejor para los alumnos y es buena para la comunidad. El reto es diseñar una justificación que sea creíble, repetible y entendible. Es un gran reto escribir una justificación para la EDS; la sostenibilidad no se describe tan fácilmente en un par de oraciones.

(3) Prepare una estrategia de comunicación para compartir su visión con los grupos de interesados y con la comunidad

Después de redactar la justificación, la universidad debe crear una estrategia de comunicación para anunciar el nuevo programa. La estrategia de comunicación deberá incluir acciones para hablar y para escuchar. El plan debe abordar una variedad de audiencias, la manera en que se llegará a cada audiencia, y el tipo de foro que se usará para escuchar las reacciones de varias de las audiencias (por ejemplo, un memorando dirigido a todos los maestros en el que se explica el cambio, seguido por juntas de personal con los coordinadores o un comunicado de prensa seguido de una reunión con la comunidad).

(4) Prepare metas finales y metas intermedias

El trabajo entre la dirección y el personal docente debe comenzar después de que se dé a conocer el nuevo plan y se anuncien las razones de la decisión. Los maestros y directivos deben trabajar juntos para determinar cómo implantar la meta general dentro de la universidad. Juntos, deberán decidir qué componentes emprender y en qué orden. El modelo de fortalezas es una excelente manera de empezar a establecer metas y prioridades para los programas de EDS.

Cuando se trata de esfuerzos multifacéticos a gran escala, como la reorientación de la educación hacia la sostenibilidad, muchos proyectos son posibles. Los campeones de cada proyecto buscan llamar la atención y están ansiosos por implantar sus ideas. Existe la tentación de empezar todos los proyectos de interés para el personal; sin embargo, la experiencia demuestra que lo inteligente es comenzar con cosas pequeñas y unos pocos éxitos, en lugar de repartir los esfuerzos y energía del personal en muchas iniciativas.

(5) Establezca responsabilidades y métodos de evaluación programática

Para asegurar que el nuevo programa se arraigue en el sistema educativo, los métodos de evaluación también deben cambiar. Si no se cambian las evaluaciones, habrá poco avance.

Debido a que la EDS abarca cuestiones sociales, económicas y ambientales, la sostenibilidad se entrelazará en muchos aspectos de los reportes de final de año.

(6) Repase y revise las metas y metas intermedias

Conforme se implantan nuevas tendencias educativas, por lo general los maestros y directivos se dan cuenta de que tienen que hacer correcciones al programa a mitad del año escolar. Por ello, los programas nuevos deben incluir desde el principio oportunidades de revisión. El diseño de un nuevo programa se basa tanto en la experiencia profesional como en la imaginación, lo que agrega imprecisión e incertidumbre al proceso.

A veces los programas simplemente no resultan como se planearon. Se deben establecer fechas específicas para la revisión de programas (por ejemplo, dar retroalimentación después de tres meses, hacer revisiones menores a los seis meses y hacer una revisión intensa después de un ciclo de instrucción en preparación para el siguiente ciclo). No sólo mejorará el programa con las revisiones, sino que también disminuirá la ansiedad de los docentes que están implantando el programa al saber que, si las cosas no van bien, siempre habrá una oportunidad para cambiar.

(7) Recompensas y celebraciones

No pase por alto la importancia de decir gracias, de recompensar por los esfuerzos y de celebrar los éxitos durante el año académico (en el que siempre hay mucho trabajo). Hopkins recomienda que los programas de reconocimiento de la institución académica recompensen cuando se cumplan o excedan los criterios previamente establecidos, sugiere que los premios sean tangibles, para que duren más allá del momento del reconocimiento público.

El papel del ingeniero industrial en el desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible implica la aplicación de técnicas y herramientas de las ciencias y la ingeniería para identificar y determinar, en los procesos productivos bajo la responsabilidad del ingeniero, el tipo de emisiones y residuos que se generan, su impacto sobre el medio y las relaciones entre éstos, de manera que sea posible adoptar medidas correctivas de mitigación de los impactos ocasionados.

El ingeniero industrial egresado de UNITEC deberá ser un profesional capaz de aplicar las herramientas que brinda su formación para producir el cambio al que deben orientarse los procesos económicos; un gestor de desarrollo con capacidad analítica y crítica que planee, realice, coordine, dirija y controle acciones tendientes al mejoramiento de la calidad ambiental y de los procesos productivos, con una visión integradora y comprometida con las futuras generaciones; finalmente un investigador pragmático que emplee el conocimiento para la creación de nuevos productos, servicios, materiales y procesos (tecnologías más limpias), dando satisfacción a las necesidades actuales y futuras del hombre.

Se deberá promover la formación de ingenieros capaces de gestionar procesos públicos y privados de manera que su acción no se limite a la producción de bienes y servicios, de aplicar

metodologías para establecer y evaluar indicadores de desempeño ecoeficiente que le sirvan de referencia para el mejoramiento, y de trabajar en equipos interdisciplinarios generadores de sinergia para el desarrollo de nuevos conocimientos, en las áreas en que se fundamenta el concepto de desarrollo sostenible.

Los principios del diseño de procesos industriales sostenibles, tienen que conjugar aspectos inherentes al diseño de procesos, minimizando el impacto ambiental y mejorando la sostenibilidad del diseño final, así también se deben considerar algunos de los siguientes fundamentos para el diseño de procesos industriales sostenibles:

Química Verde: se refiere al diseño de productos y procesos químicos que reducen o eliminan el uso y generación de sustancias peligrosas, las cuales, en un futuro debieran aislarse debido a sus riesgos para el ambiente y la sociedad.

Principios de la ingeniería de procesos: contiene 12 principios que enfocan las preocupaciones y necesidades antes, durante y después de que un producto es manufacturado. Pueden considerarse como un “código de buenas prácticas” que toda una organización puede llegar a adoptar en su actividad de trabajo del día a día.

Ingeniería Verde: se desarrolló como extensión de la Química Verde, pues esta se refiere al diseño, comercialización y uso de procesos y productos, los cuales son técnica y económicamente viables, minimizando la generación de contaminación y el riesgo para la salud y el medioambiente.

Ecología industrial: plantea una analogía entre los sistemas ecológicos naturales y la comunidad de plantas industriales aledañas. Al igual que en un ecosistema biológico, en un ecosistema industrial cada proceso debe ser visto como una parte dependiente e interrelacionada de un todo o de un sistema mayor.

También explora nuevas posibilidades para la interrelación entre empresas, como resultado de un replanteamiento de las actividades industriales y en respuesta al conocimiento cada vez más completo sobre sus impactos ambientales.

Biomimética: consiste en la aplicación de diseños naturales para resolver problemas de ingeniería, ciencia de materiales, medicina y demás (Almuneda Garrido, 2013).

Diseño integrado de la cuna a la cuna: defiende la teoría de que es necesario trabajar desde el diseño y concepción de un producto para que tenga en cuenta todas las fases de su propio ciclo de vida (extracción, procesamiento, utilización, reutilización, reciclaje) de manera que el balance de gastos y aporte de materias primas y energía sea positivo (Martínez, 2012).

Ecoeficiencia: uso racional de los recursos naturales (máximo aprovechamiento, aseguramiento de renovación y preservación de biodiversidad, eliminando en lo posible la contaminación), aumento en la producción de insumos y servicios, paralelamente con la reducción en el consumo

de recursos y energía, y de emisión de desechos. Es entonces eficiencia económica que se basa en la eficiencia ecológica y se logra a través de la reducción del consumo y la contaminación, que a su vez se pueden relacionar a la mejora de la productividad.

Instrumentos para la gestión medioambiental en la industria

Para garantizar la credibilidad de la comunicación medioambiental de las empresas, la tendencia actual de los eco-instrumentos es hacia la normalización, la cual consiste en que tras de un determinado proceso evaluador realizado por un organismo competente, se acredita la calidad medioambiental de ciertos productos o servicios, o bien se valida la política medioambiental de una empresa.

Existen múltiples instrumentos que facilitan a la empresa su autorregulación y que deben ser tenidos en cuenta por los gobiernos nacionales:

- **Ecobalance o análisis del ciclo de vida:** es un método analítico que permite evaluar los impactos sobre el Medio Ambiente de un producto, considerando todo su ciclo de vida, es decir “de la cuna a la tumba”. Además, implica el estudio de una amplia gama de factores en cada etapa de la vida del producto, desde la selección de las materias primas a partir de las cuales se ha fabricado, hasta que se elimina del mercado y se convierte en residuo, pasando por las fases de fabricación, distribución y consumo.
- **Declaración o informe anual:** la publicación anual de un informe medioambiental permite a la empresa legitimizar su política medioambiental, transmitiendo al público cual es la situación en sus instalaciones o de sus productos, las acciones realizadas en el último año, los objetivos planificados para el siguiente y la eficacia de su sistema de gestión ambiental.
- **Auditorías y diagnósticos medioambientales:** es un análisis de la situación o estado ambiental de una empresa o industria en un momento dado. La ecoauditoría se convierte así en una herramienta de análisis de la repercusión medioambiental derivada de la actuación de la industria, que le permite la adaptación a la legislación medioambiental vigente y la implantación de una sólida política de protección al Medio Ambiente.
- **Sistemas de ecoetiquetado:** es un logotipo que se otorga a ciertos productos, garantizando al consumidor que su incidencia sobre el medio ambiente es mínima, siempre en relación a ciertos productos de la misma categoría, es decir, con las mismas características de finalidad y uso. La ecoetiqueta garantiza que la industria mantiene sus compromisos fabricando productos menos perjudiciales para el medio ambiente en base a criterios ecológicos comunes para esa categoría de productos, determinados previamente por un organismo oficial competente, con la participación de la Administración y de otros grupos de interés. Uno de los principales objetivos de la ecoetiqueta es facilitar información, la capacidad de selección y el criterio objetivo de los consumidores. El éxito de estos programas depende de la respuesta del propio consumidor.

- **Sistemas de gestión ambiental:** la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental varía en cuanto a procedimiento y complejidad en función del tipo de sistema de certificación escogido. De esta forma, la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental puede realizarse de acuerdo a normas nacionales o internacionales. Se trata de un conjunto de normas técnicas que sirven de ayuda a todas aquellas empresas que quieran mejorar su situación respecto al Medio Ambiente, implantando, auditando, certificando y validando el Sistema de Gestión Ambiental. Normalmente, constan de 4 fases generales: planificación, organización, aplicación y control. Cabe destacar que las ventajas que aporta la implementación de un Sistema de Gestión Ambiental en cualquier industria obtienen un mayor rendimiento de su actividad y evidentes mejoras competitivas en su mercado (Gay, 1997).

Algunos ejemplos que muestran la relación de la profesión con el medio ambiente y el desarrollo sostenible:

- **Energía:** pudiendo elegir a vertiente termohidráulica (hidráulica, eólica y aereomotriz, solar, térmica, cogeneración, contaminación atmosférica) o nuclear.
- **Construcción e instalaciones industriales:** tanto proyectos de plantas industriales como gestión en la edificación (urbanismo y medio ambiente).
- **Medio ambiente:** Estudio de los procesos contaminantes y las técnicas de corrección y proyecto de soluciones técnico-económicas fiables, que garanticen un desarrollo sostenible.
- **Ingeniería del producto:** Diseño de productos desde un punto de vista global con lo que se adquiere la capacidad de colaborar en la introducción de innovaciones.

En el plan de estudios de la Ingeniería Industrial en UNITEC se deberán ir adaptando estos fundamentos y herramientas, así como el desarrollo de una de las siguientes intensificaciones tecnológicas: energía, electricidad, construcción e instalaciones industriales, medio ambiente, ingeniería del producto, mecánica, producción, organización y gestión industrial, y sistemas electrónicos y automáticos.

CONCLUSIONES

Esta investigación descriptiva con recolección de datos documental concluye con el reconocimiento de que las tendencias de desarrollo económico deben ser sostenibles y que la conciencia pública, la educación y la capacitación son clave para llevar a la sociedad hacia la sostenibilidad. Por eso es necesario tomar las competencias que tiene la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) en el desarrollo de nuevos ingenieros industriales en Nicaragua y que estos aprendan a pensar estratégicamente sobre los desafíos que el cambio tecnológico plantea a la sostenibilidad, sin que esto suponga que cada ingeniero solo deba abocarse en forma constante y exclusiva al desarrollo sostenible, pero al menos, tomar conciencia de los desafíos que esta cuestión plantea a su profesión.

La Universidad de Tecnología y Comercio (UNITEC) de Nicaragua, en sus planes de estudio para cada una de las carreras de ingeniería, incluida la industrial, esta incluyendo educación básica orientada a los objetivos del desarrollo sostenible, pero aún debe asumir el reto de lograr que la carrera de ingeniería industrial cumpla su rol de transformar la educación de los jóvenes, transmitiendo a sus mentes el verdadero concepto de desarrollo sostenible, desde la cátedra, la investigación y todo tipo de eventos. También desarrollando las herramientas necesarias para formar personas con alto sentido de responsabilidad social, que participen de manera productiva y competitiva en el mercado laboral a favor del desarrollo sustentable y la preservación del medio ambiente.

La aplicación del modelo y fundamentos de la EDS, así como la integración de los principios del diseño de procesos industriales sostenibles presentados en este artículo, puede presentar una oportunidad de mejora, lo mismo que una ventaja competitiva para UNITEC dentro del sistema educativo nacional.

REFERENCIAS

Arocena, R. (1993). *Ciencia, tecnología y sociedad: cambio tecnológico y desarrollo*. Centro Editor de América Latina.

Brundtland, H. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Documentos Oficiales de la Asamblea General de las Naciones Unidas.

Carrión Muñoz, R. V. (2008). *Ingeniería Industrial y Desarrollo*. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú, 11(1), 14-20. <https://redalyc.org/articulo.oa?id=81611211003>

Costa Ferreros, M. (2014). *El papel de los ingenieros industriales con respecto a la sostenibilidad y el medio ambiente*. Congreso Nacional del Medioambiente CONAMA, 7(20). <https://conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2014/CT%202014/1896711663.pdf>

Holguín Estrada, A. E. (2014). *El desarrollo sustentable y el ingeniero industrial de la Universidad Estatal de Sonora*. Revista Desarrollo Local Sostenible DELOS, 7(20). <https://eumed.net/rev/delos/20>

Maynard, H. B. (1953). *Industrial Engineering*, Encyclopedia Americana, Americana Corporation, Vol. 15

McKeown, R. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Centro de Energía, Medio Ambiente y Recursos, Universidad de Tennessee.

Mulder, K. (2007). *Desarrollo sostenible para ingenieros*. Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL. <https://edicionsupc.es/>

- Parra Peña, Javier. (1999). *La ingeniería industrial en el contexto del desarrollo sostenible*. Revista Tecnura, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Perú, 2(4), 14-20. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/6065>
- Pol, E., Castrechini, A. (2013) *¿Disrupción en la educación para la sostenibilidad?* Revista Latinoamericana de Psicología, 45(3), 333-347.
- Ramallo, M., Cardaci, K. F., Costucica, D., Adán, L. (2017). *El desarrollo sostenible (DS) en la formación de ingenieros: un nuevo campo para repensar la perspectiva CTS*. Revista Tecnología e Sociedade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, 13(28), 1-17. <https://doi.org/10.3895/rts.v13n28.3996>
- Tamura, M. y Uegaki, T. (2012). *Development of an educational model for sustainability science: Challenges in the Mind-Skills-Knowledge education at Ibaraki University*. Sustainability Science, 7(2), 253-265.
- UNESCO. (2010). *Ingeniería para el desarrollo sostenible: Resumen*. (2021). Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y el Centro Internacional para la Educación en Ingeniería (ICEE), 1-19. <https://unesdoc.unesco.org/>

SEMBLANZA DEL AUTOR



Milton Javier Briceño Martínez: Ingeniero Industrial graduado de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) de Nicaragua. Docente investigador de la Facultad de Ingeniería en la Universidad de Tecnología y Comercio (UNITEC) Nicaragua.