

# SOLUCIONES AUTOMATIZADAS DE IMPACTO AMBIENTAL COMO ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE

*Juan José Bedolla Solano<sup>1</sup>  
Ramón Bedolla Solano<sup>2</sup>  
Carmelo Castellanos Meza<sup>3</sup>*

## RESUMEN

La problemática ambiental, como una temática de relevancia por los grandes conflictos y riesgos de los últimos tiempos, debiera ser considerada en diversas áreas y trabajos de estudios. Los acontecimientos o sucesos que afectan al medio ambiente, traen consigo consecuencias y conflictos alarmantes para la población en general. Una de las acciones a contemplar en estas áreas de estudios, es la incorporación de las tecnologías con recursos informáticos, mediante los cuales se han logrado transformar los escenarios que han permitido mejorar las actividades y los procesos cotidianos para potencializar las estrategias y la gestión del desarrollo regional a través de la automatización.

El trabajo que se presenta, considera el uso de un sistema automatizado con el cual se evalúan las competencias ambientales de los estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC), quienes tomaron el curso “*desarrollo sustentable*”, materia contemplada en el currículo de las licenciaturas del Instituto Tecnológico de Acapulco (ITA). La evaluación se realiza de manera automática contemplando una encuesta on-line de cuatro secciones que abarca los siguientes aspectos ambientales: agua, aire, suelo y electricidad. Los resultados que se generan determinan el impacto ambiental derivado de las competencias adquiridas por los estudiantes que tomaron el curso o asignatura del currículo. Asimismo, se emite un dictamen que señala, sí la institución, tiene o no posibilidades de una certificación ambiental.

El estudio tuvo como finalidad presentar y aplicar una estrategia de solución automática que incorpora las tecnologías para la gestión del desarrollo sustentable y evaluar a través de ella el conocimiento de las competencias ambientales, la educación ambiental y la manera en que impacta en el cuidado del medio ambiente en el momento en que se desarrollan las labores de la vida cotidiana de cada uno de los estudiantes y/o profesionales, los cuales tomaron los cursos de desarrollo sustentable que se imparten en el currículo de ISC del Instituto Tecnológico de Acapulco, dependiente del Tecnológico Nacional de México (TecNM).

Los resultados obtenidos a través del sistema automatizado señalaron que la contribución de herramientas automáticas juega un papel imprescindible, ya que se facilita la obtención de las deducciones y la promoción del conocimiento que se persigue. En este sentido, el resultado de la evaluación demostró que los estudiantes han adquirido de manera favorable las competencias del curso “*desarrollo sustentable*”, ya que el impacto ambiental obtenido en las actividades que se llevan a cabo

---

<sup>1</sup> Doctorado en Desarrollo Regional, Instituto Tecnológico de Acapulco/TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO, CA: Tecnología y Sustentabilidad, Correo Electrónico: [jjosebedolla@hotmail.com](mailto:jjosebedolla@hotmail.com)

<sup>2</sup> Doctorado en Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero, CA: Educación y Sustentabilidad, Correo Electrónico: [rabedsol@hotmail.com](mailto:rabedsol@hotmail.com)

<sup>3</sup> Doctorado en Desarrollo Regional, Instituto Tecnológico de Acapulco/TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO, CA: Innov. Tecn. en el Desarrollo Regional, Correo Electrónico: [carcasme67@hotmail.com](mailto:carcasme67@hotmail.com)

en la vida cotidiana generó un 59.09% de Educación Ambiental (EA) favorable. También se difunde el conocimiento, al proporcionar temáticas y alternativas de EA con enfoque transversal que atiendan las áreas de oportunidades para la institución evaluada. El trabajo presenta también un aporte en la educación al analizar y considerar las temáticas del currículo de estudio de una asignatura como una solución automatizada de impacto ambiental en el desarrollo educativo sustentable.

**PALABRAS CLAVE:** Acciones de educación ambiental, Gestión del desarrollo regional, Sistema automatizado.

## INTRODUCCIÓN

Los problemas ambientales, resultado de las inadecuadas acciones por parte de los seres humanos, están provocando efectos secundarios que modifican o alteran a los ecosistemas y el medio ambiente que nos rodea. Los efectos derivados por estas acciones repercuten en menor y mayor medida al deterioro del planeta y ello es debido a la falta de información y educación ambiental hacia la sociedad. La problemática ambiental que afecta al planeta en la actualidad provoca la preocupación de los diferentes sectores de la sociedad por desarrollar políticas, programas educativos que ayuden a la población en general para adoptar actitudes acordes con la protección, y el mejoramiento del medio ambiente (Miranda, 2014).

La Educación Ambiental (EA) en México ha ido haciendo acopio de fuerza social para avanzar, con sus naturales altibajos, en la intervención en las decisiones del Estado, en su consolidación como campo de conocimiento, en la estructuración de relaciones con otros movimientos sociales, en la transversalidad en proyectos impulsados en campos a fines y, en la conformación de una cultura más crítica frente al modelo de desarrollo predominante, entre otras líneas (ANEA, 2008).

Los programas de educación ambiental, impartidos de manera no formal, son capaces de influir en la percepción y concientización de la población sobre los problemas ambientales a los que se enfrenta; además, estos programas de educación ambiental no formal de divulgación son de carácter informativo y facilitan el conocimiento al público en general. Esto se logrará en mayor medida si estos programas consideran en sus actividades y contenidos los problemas ambientales de su población objetivo dentro de su diseño. Así, por medio de ello será como dicha población pueda asimilar lo aprendido para ponerlo en práctica en su vida diaria. De lo contrario, la población no se identificará de manera directa con los contenidos que se les exponen y difícilmente podrán construir nuevo conocimiento que les permita actuar en la solución de los problemas ambientales que le aquejan en el entorno en que viven (Reyes, 2010).

Los tres sectores del gobierno han implementado acciones ambientales, buscando fomentar el cuidado del medio ambiente en la sociedad en general y han incorporado en algunos proyectos las tecnologías implementando herramientas con recursos informáticos que impulsen el desarrollo sostenible; sin embargo, estas acciones no han sido del todo exitosas o simplemente no se da un seguimiento puntual que pueda mitigar el problema ambiental que afecta día con día al globo terráqueo.

El desarrollo sostenible, concepto en constante evolución, es por tanto la voluntad de mejorar la calidad de vida de todos, incluida la de las futuras generaciones, mediante la conciliación del crecimiento económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente (UNESCO, 2005-2014). El desarrollo sustentable tiene que ver con el medio ambiente, la distribución equitativa, la participación, la interculturalidad, la creatividad, la autorrealización, la autonomía cultural e incluso para algunos autores

con aspectos espirituales (Gutiérrez y Martínez, 2010). El paradigma del desarrollo sostenible es considerado actualmente como la alternativa que permitirá reorientar las búsquedas humanas, reordenar las tecnologías, redirigir los modelos económicos y sociales hacia un mundo más igualitario. Debemos ser conscientes que el cambio en el comportamiento del hombre se antoja ahora ya imprescindible y urgente, en una palabra, la sustentabilidad en nuestras vidas será la opción para reconstruir lo destruido, y para poder visualizar el rostro del futuro sin un horizonte tan amargo. Debemos estar conscientes que la sustentabilidad alberga todos los ámbitos de la vida humana, desde una óptica del equilibrio y el bienestar integral (Carranza, 2007).

La incorporación de herramientas automatizadas es trascendental, ya que contribuyen con la realización de las tareas y procedimientos que llevan a cabo los seres humanos tanto en las actividades personales como en el sector empresarial. Los sistemas automáticos facilitan y eficientan los procedimientos contribuyendo en la disminución de los tiempos y costos; así como el incremento de la productividad y los procesos.

Cuando abordamos el tema de la integración de educación ambiental TIC, nos referimos a nuevas formas de aprendizaje del ser humano, ya que esto representa que el alumno sea capaz de la construcción de su propio conocimiento, al contar con medios de búsqueda, comunicación, participación y forma de expresión, en el ámbito de la educación ambiental, lo cual le permitirá contribuir al mejoramiento de las relaciones entre el hombre y la naturaleza, Carranza M. (2007), (citado en Galindo, 2014).

El trabajo “Soluciones automatizadas de impacto ambiental como estrategia para el desarrollo sustentable”, tuvo como propósito presentar un sistema automatizado y aplicar a través de esta herramienta automática la evaluación de las competencias ambientales adquirida por los estudiantes y/o profesionales que han cursado la asignatura de desarrollo sustentable, la cual fue impartida por los profesores del ITA; así como conocer el impacto de Educación Ambiental que se tiene posterior a haber tomado el curso, y al aplicar y dar seguimiento a las actividades que se desarrollan cotidianamente por los estudiantes de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco/TECNOLÓGICO NACIONAL DEL MÉXICO. Asimismo, conocer los resultados gráficos obtenidos a través de la encuesta on-line que se alojó en un sitio *Web*. Estos resultados dictaminan si la institución educativa tiene o no posibilidades de tener una certificación ambiental; en este sentido los resultados fueron favorables considerando el parámetro de aporte en educación ambiental (cualquier aporte a la educación conlleva al desarrollo educativo). También se señalaron en esta evaluación las áreas de oportunidades a atender por la institución educativa en temáticas ambientales, respecto a los conocimientos a adquirir por los alumnos y/o profesionales que han cursado la asignatura desarrollo sustentable, y que contribuya e impacte en el cuidado del medio ambiente. Al mismo tiempo, considerar temáticas ambientales para su incorporación en los currículos de estudios que impacten en la educación ambiental de los estudiantes y la mejora de los estilos de vida de las personas.

### **PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA**

La educación es fundamental para generar conocimiento con aptitudes y valores responsables hacia la sociedad. Las instituciones de educación superior son llamadas a asumir un papel responsable en el que se emprendan acciones estratégicas para conseguir que la población haga conciencia y se sensibilice con el medio ambiente. Los docentes no se encuentran preparados para el tratamiento de los problemas ambientales en su labor diaria con los estudiantes.

El currículo de estudio del Tecnológico Nacional de México, contempla en sus programas de licenciatura la asignatura “*desarrollo sustentable*”, la cual se imparte con la finalidad de desarrollar competencias en

los estudiantes para que apliquen una visión sustentable, en los ámbitos social, económico y ecológico que le permitan evaluar y disminuir el impacto de la sociedad sobre el entorno, tomando en cuenta estrategias y considerando profesionalmente los valores ambientales (TecNM, 2016).

En el Instituto Tecnológico de Acapulco, se imparte la materia de “desarrollo sustentable” considerada en la retícula de todas sus licenciaturas; sin embargo, se observa la falta de valores y concientización ambiental, ya que, en diversos espacios, los aspectos ambientales: *agua, aire, suelo y electricidad*, presentan descuidos importantes por la comunidad tecnológica. Tal es el caso de las aulas de clases, en las que tanto los aires acondicionados como las luminarias se quedan encendidos por muchos periodos de tiempo cuando no son utilizados; con relación a los residuos urbanos no se lleva a cabo la clasificación de la basura, aun teniendo en algunos espacios los contenedores clasificados; el desperdicio del agua es recurrente, y aunque ya se han implementado medidas con materiales de cuidado del agua en algunos espacios, se dejan abiertas las llaves de sanitarios y cisternas; la forestación de plantas es mínimo y la que se realiza por alumnos y profesores no se consideran en su totalidad las políticas internas para su sembradío; no se difunden avisos respecto a la concentración de materiales peligrosos como contenedores o depósitos de los residuos; y son muy escasas las estrategias y acciones que promueven la educación ambiental en la comunidad tecnológica.

En la carrera de ISC del ITA, la materia es impartida con base a la instrumentación didáctica que se realiza de manera colegiada por los profesores. En esa instrumentación se definen las actividades a desarrollar, dando cumplimiento total al programa para concluir con la asignación de una calificación a los estudiantes que cursaron dicha asignatura. Las competencias alcanzadas en dicho curso son valoradas con la calificación final; sin embargo, el impacto de las competencias adquiridas se desconoce, y ello debido a que no se da un seguimiento que permita el conocimiento de visión sustentable.

El trabajo presentado ayudará a dar seguimiento práctico a las competencias propuestas en la asignatura desarrollo sustentable de la carrera de ISC, ya que se evaluarán las labores cotidianas que se presentan en el ámbito social, relacionado con las actividades de los aspectos ambientales: agua, aire, suelo y electricidad. La evaluación se realiza a través de una herramienta automatizada con el objeto de facilitar los trabajos realizados por el investigador y al mismo tiempo promover soluciones automatizadas estratégicas que impacten en el entorno social. Con este trabajo se aportan estrategias ambientales con la incorporación de las tecnologías, mismas que permiten difundir el conocimiento a través de las redes de comunicación de manera rápida y oportuna para generar soluciones automatizadas que mitiguen el problema ambiental.

## **OBJETIVOS DEL TRABAJO EN ESTUDIO**

El trabajo que se presenta, tuvo como objetivo general, aplicar mediante una herramienta automatizada la evaluación de las competencias ambientales para conocer el impacto de educación ambiental que tiene la impartición de la materia desarrollo sustentable en las actividades cotidianas que realizan en los diversos espacios en que se desenvuelven los alumnos y profesionales del Instituto Tecnológico de Acapulco.

Para el desarrollo del trabajo y dar cumplimiento al objetivo general, se tomaron en consideración los siguientes objetivos específicos: a) Se analizó el currículo de estudio de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, para identificar la presencia de la signatura y las temáticas que presenta para conseguir la competencia; b) Se analizó la herramienta automatizada para conocer la estructura y manejo de las secciones de trabajo; c) Se realizó la aplicación de la evaluación de las competencias ambientales a través de la encuesta on-line, para conocer el impacto ambiental durante la realización de

las labores cotidianas de los estudiantes y profesionales que tomaron la asignatura “desarrollo sustentable”; d) Se evaluó la herramienta automatizada para conocer el desempeño de la misma y la opinión de los estudiantes y profesionales respecto a la solución automatizada como estrategia que fomentan acciones de educación ambiental y la promoción del cuidado del medio ambiente.

## **REFERENTES TEÓRICOS**

La transformación de la sociedad del conocimiento como resultado de una revolución de las TIC, conlleva a tener personas mejores informadas y preparadas para enfrentarse a diversas situaciones de la sociedad y generar soluciones que favorezcan al mundo global. El desarrollo tecnológico ofrece una gama de soluciones a las necesidades y problemas que enfrenta la sociedad. El avance tecnológico y la implementación de las Tecnologías de la Información y Comunicación, ha permitido que la mayoría de las personas tengan acceso a las telecomunicaciones, como la red de internet que hoy día ya se puede tener en los hogares con mayor facilidad y funcionalidad (vía Ethernet o WIFI) e incluso fuera de estos utilizando redes públicas o paquetes de datos, por lo que fácilmente se puede acceder a todo tipo de información cuando sea necesario.

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales: Parte de Mando y Parte Operativa. La Parte de Mando. Suele ser un autómata programable (tecnología programada), y la Parte Operativa, que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. (Álvarez, 2008).

Los procesos multidisciplinarios, integran una infinidad de conceptos que se socializan para resolver proyectos complejos, principalmente en las investigaciones del sector educativo, en este sentido las dimensiones del desarrollo sustentable están siendo consideradas en los trabajos y operaciones que se realizan por los seres humanos.

Por educación se entiende un proceso de desarrollo socio-cultural. La educación es necesaria para todo ser humano. El desarrollo socio-económico juega un papel importante en este proceso, en el que la educación, como influencia socio-cultural, es un instrumento de transmisión de conocimientos, experiencias e identidad (Martínez, 1998; Martínez, 2010). La educación es la mejor vía para organizar la transformación social y ambiental (Martínez, 2010).

Como señala la UNESCO: “El Decenio de las Naciones Unidas para la educación con miras al Desarrollo Sostenible pretende promover la educación como fundamento de una sociedad más viable para la humanidad e integrar el Desarrollo Sostenible en el sistema de enseñanza escolar a todos los niveles. (Vilches et al 2014).

La Educación Ambiental a través de telecomunicaciones y a distancia, proveen a la sociedad de importantes beneficios, ya que las ventajas son considerables; se facilitan los procesos, se aporta el conocimiento, se trabaja desde cualquier sitio que contenga los recursos electrónicos necesarios y lo más importante se fomenta los valores ambientales que promueven la educación y cuidado ambiental.

## **Métricas de evaluación**

La aplicación de métricas se ha convertido en una necesidad para las organizaciones, ya que se visualiza la calidad y eficiencia de los procesos y transacciones de los sistemas. En el caso de los sistemas que proveen soluciones automatizadas, es indispensable contemplar indicadores que permitan liberar de errores, la funcionalidad del sistema y de los riesgos mayores hacia la sociedad; para ello se han

considerado procedimientos normativos que permiten minimizar los riesgos en la integridad y seguridad de los datos.

La norma ISO 14001 proporciona a las organizaciones un marco con el que proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales cambiantes, siempre guardando el equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Se especifican todos los requisitos para establecer un Sistema de Gestión Ambiental eficiente, que permite a la empresa conseguir los resultados deseados. Establecer un enfoque sistémico para gestionar el medio ambiente puede generar que la gerencia de la organización tenga información suficiente para construirlo a largo plazo.

La Norma IEEE830, identifica un estándar que integra los requerimientos de un sistema automatizado, desde la perspectiva del usuario, cliente y desarrollador. El propósito es elaborar un documento en el que se describa claramente lo que quiere el cliente, se reduzca el esfuerzo de análisis, diseño y programación. Un sistema automatizado debe contar con las siguientes características: sistema correcto (que haga lo que realmente se necesita), no ambiguo (requerimientos con una sola interpretación), consistente (requerimientos compatibles, no se deben contradecir), ordenado con base en importancia, verificable, modificable y rastreable. Y deberá contemplar los indicadores básicos para su medición en el desempeño: la eficiencia, modificable, seguridad de datos, imagen, soporte del sistema, consumo de memoria, portabilidad, desempeño, acceso, dependencia de datos, entre otros. La especificación de requerimientos de software es la pieza fundamental en un proyecto de desarrollo de software pues gracias a esto se marca el punto de partida para la creación de una aplicación como la planificación en lo que respecta a tiempos, costos, recursos y la elaboración de cronogramas con lo que se contará durante la fase de desarrollo (Borja y Cuji, 2013).

Los IDA (Información del Desempeño Ambiental), son expresión específica que proporciona información sobre el desempeño ambiental de una organización. Incluye las políticas, las personas, la planificación de actividades, prácticas y procedimientos a todos los niveles de la organización, así como las decisiones y acciones asociadas con los aspectos ambientales de la organización. Los Empeños y las decisiones emprendidas por la dirección de la organización que puedan influir en el desarrollo de las operaciones de la organización, y por lo tanto contribuir al desempeño ambiental de la misma.

Los IDG (Información de los Esfuerzos de Dirección), proporcionan información acerca de los esfuerzos de la dirección de una determinada organización para influir en el desempeño ambiental de una organización, y corresponden a los indicadores de respuesta.

Los IDO (Información del Desempeño Operacional), proporcionan información acerca del desempeño ambiental de las operaciones de una determinada organización. Están vinculados a las entradas de materiales (procesados, reciclados, reutilizados o materias primas; recursos naturales), energía y servicios; el diseño, la instalación, la operación (incluyendo situaciones de emergencia y operaciones fuera de rutina) y el mantenimiento de las instalaciones físicas y de equipos, así como a las salidas: productos (productos principales, subproductos, materiales reciclados y reutilizados), servicios, residuos (sólidos, líquidos, peligrosos, no peligrosos, reciclables, reutilizables) y emisiones (emisiones al aire, descargas al agua o al suelo, ruidos, vibraciones, calor, radiación, luz) resultantes de las operaciones de la organización. Corresponden a los indicadores de presión, los indicadores que dan información acerca de la presión ejercida sobre el ambiente debida a los procesos y las operaciones que se llevan a cabo en la organización, (Cira, 2010).

Existen diversos trabajos relacionados con el proyecto “Soluciones automatizadas de impacto ambiental como estrategias para el desarrollo sustentable” mismos que fueron considerados como apoyo para la realización metodológica del proyecto en cuestión.

El trabajo “Análisis de la Percepción del Medio Ambiente de los Estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica”, trata de un estudio acerca de la percepción de lo que es el medio ambiente y el nivel de conocimiento sobre aspectos ambientales en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Sinaloa, México. Para ello se ha trabajado en la elaboración de un instrumento de recopilación de datos, el cual consiste en la aplicación de un cuestionario integrado por 31 preguntas de escala tipo Likert, aplicado a 116 estudiantes. El análisis de contenido de las respuestas ha permitido analizar las actitudes y valores en los estudiantes con respecto a ecología y medio ambiente y la relación del ambiente con la ciencia y tecnología. Se concluye que se debe incluir la materia de educación ambiental en los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, (Piero, 2015).

El Sistema para la Gestión de Programas de Educación Ambiental (SGPA), trata de una aplicación WEB que permite gestionar diversos programas de Educación Ambiental con el objeto de fomentar la prevención y cuidado del Medio Ambiente, a los estudiantes del Instituto Tecnológico de Acapulco que realizaran el Servicio Social como requisito para cubrir su programa curricular; y posteriormente con los alumnos de Nivel Medio Superior pertenecientes al mismo sistema tecnológico. Con esta aplicación se pretende que los alumnos que cumplan el requisito para realizar su servicio social, se registren en esta herramienta y propongan algún programa o actividad relacionada con acciones que fomenten a la sociedad el cuidado del Medio Ambiente. Los alumnos registrados con alguno de los programas de educación ambiental, serán evaluados por los responsables de la Oficina de Servicio Social y Sistema de Gestión Ambiental quienes validaran a través de la aplicación, el cumplimiento de los requisitos para la aceptación; facilitando también los trámites, gestión y seguimiento de los procedimientos administrativos que se realizan en la institución. Con estos programas de capacitación, los alumnos adquieren una formación integral, promueven la cultura a través de la educación ambiental y por ende el desarrollo sustentable de las comunidades en la región. Con la gestión de los programas de educación ambiental a través de la aplicación SGPA, se contribuirá con el mejoramiento de calidad de vida de las personas generando impactos de desarrollo sustentable positivos para la región (Bedolla, 2015).

Un tercer trabajo analizado fue: “Propuesta didáctica para desarrollar la cultura medio ambiental de estudiantes de colegio piloto de Chachapoyas de Perú”, el cual tuvo como propósitos, desarrollar una propuesta didáctica de educación ambiental para los estudiantes de un colegio piloto de la ciudad de Chachapoyas, Perú, aprovechar el huerto escolar para el cultivo de plantas medicinales y fomentar una conciencia de cuidado del medio ambiente. Se realizó un diagnóstico sobre educación ambiental a través de la aplicación de un pre test (con escala de valoración: bajo, medio y alto) a 86 estudiantes. Se elaboró la propuesta didáctica de educación ambiental partiendo del diagnóstico, y comprendió un conjunto de 12 actividades tales como: aprendizaje de la educación medioambiental, cultivo, diferenciación de la vegetación herbaria, arbustiva y arbórea de la localidad de Chachapoyas, elaboración de inventarios de plantas, sus períodos vegetativos, cultivo y consumo de estas plantas medicinales, elaboración y uso de tachos recolectores de basura. La propuesta fue aplicada a los 86 estudiantes utilizándose como escenario didáctico el huerto escolar para el cultivo y uso de plantas medicinales. Los resultados de la aplicación del post test reveló que: 1) el 60% de estudiantes mujeres alcanzaron un nivel alto de cultura ambiental en el manejo de la basura, frente a un 48% de los varones que se ubican en ese nivel, pero en el conocimiento y uso de las plantas medicinales las mujeres y varones prácticamente no evidenciaron diferencias, 2) la aplicación de la propuesta didáctica mejoró considerablemente la cultura ambiental de los estudiantes en el manejo de la basura y conocimiento y uso de plantas medicinales demostrando ser

una buena alternativa para desarrollar la cultura ambiental de estudiantes de educación básica regular, (Escobedo, 2012).

Por último, se revisó el proyecto que consiste en un programa de Educación Ambiental para el Cuidado y Conservación del Medio Ambiente en Estudiantes de Educación Secundaria. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación del Programa sobre Educación Ambiental para promover el Cuidado y Conservación del Medio Ambiente. La investigación fue de tipo Cuantitativa y diseño pre-experimental. Para el diagnóstico, la población estuvo conformada por 116 estudiantes del quinto año de educación secundaria, entre 16 y 17 años de edad, de los cuales se seleccionaron 40 para la muestra de estudio. Después de obtener los datos en el pre-test, se procedió a diseñar el programa educativo, el mismo que estuvo enfocado en lograr un cambio de actitud de los estudiantes respecto al Cuidado y Conservación del Medio Ambiente. En la ejecución del programa, se desarrollaron actividades como charlas, pasacalle con pancartas y visita guiada a una Reserva Natural de la zona. Al finalizar el programa se aplicó un pos-test para ver el efecto del Programa Educativo Ambiental en los estudiantes. Los resultados de la investigación están en base al estudio diagnóstico, diseño, aplicación y evaluación del Programa Educativo. En conclusión, en el diagnóstico se identificaron actitudes inadecuadas referentes al Cuidado y Conservación del Medio Ambiente, frente a ello se diseñó un programa acorde a los objetivos, el mismo que se aplicó con procedimientos rigurosos, obteniéndose una evaluación satisfactoria, reflejando un 95% de efecto positivo en los estudiantes, quienes asumieron actitudes adecuadas para el Cuidado y Conservación del Medio Ambiente, (Oliva, 2015).

En el Instituto Tecnológico de Acapulco, se considera dentro de sus procesos institucionales, el Sistema de Gestión Ambiental (SGA), en el que se aplican algunas acciones para certificar a la institución; pero hace falta desarrollar estrategias que incorporen las tecnologías que permitan desarrollar sistemas automatizados o modelos inteligentes que brinden soluciones automatizadas que aporten a la educación ambiental, y por consiguiente repercutan con impactos positivos en el cuidado del medio ambiente.

Por lo anterior, y tomado como referencias los trabajos anteriormente descritos, se desarrolló una evaluación de las competencias ambientales de los alumnos que cursaron la asignatura desarrollo sustentable, mediante un sistema automatizado, en el que se contempla una encuesta on-line de cuatro secciones y que considera los aspectos ambientales: agua, aire, suelo y electricidad. En esta valuación se da a conocer el impacto ambiental que tiene la impartición de la materia considerada en el currículo de estudio de la carrera de ISC, ya que en lo posterior no se da el seguimiento práctico de la materia y ello es importante para informar, si realmente está funcionando el programa educativo del curso desarrollo sustentable que se imparte en la institución, el cual tiene sus enfoques con visión al fomento de valores ambientales que concienticen a los profesionales, considerando que las escuelas son llamadas a promover la educación ambiental para concientizar a la sociedad. Además de promover las soluciones automáticas que contribuyen en la investigación de temáticas ambientales, teniendo repercusiones favorables en las dimensiones del desarrollo sustentable.

## **METODOLOGÍA**

La metodología empleada para la gestión del cumplimiento de las actividades del trabajo “Soluciones automatizadas de impacto ambiental como estrategias para el desarrollo sustentable”, contempló una investigación mixta, ya que implica una combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo para el mismo estudio; De acuerdo con (Monge, 2011), la metodología cuantitativa es la medida y la cuantificación de los datos que constituyen el procedimiento empleado para alcanzar la objetividad en el proceso de conocimiento. Sobre el estudio con enfoque cuantitativo se contemplan las mediciones que ofrecen resultados de las variables competencias ambientales e impacto ambiental, las cuales

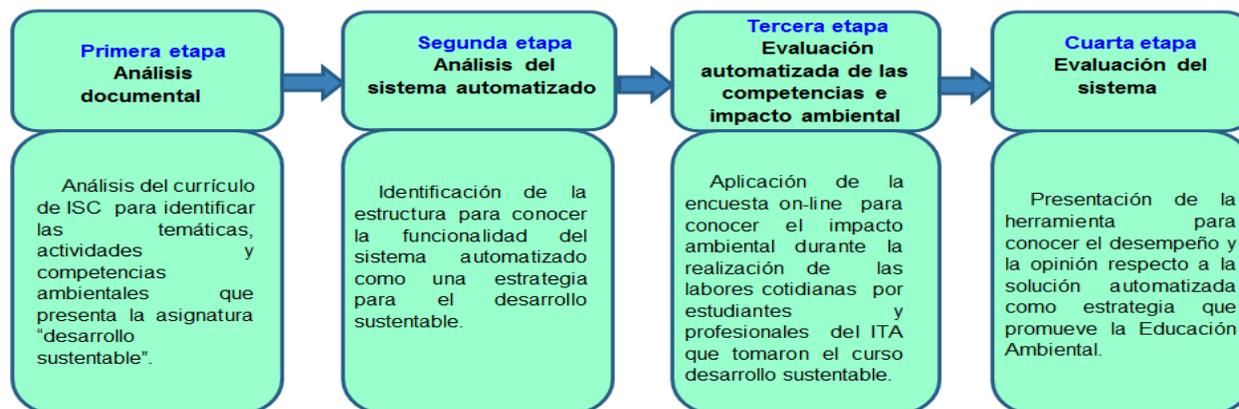
consideran su valoración mediante la aplicación de la encuestas on-line, que contempla los indicadores relacionados con los aspectos ambientales: agua, aire, suelo y electricidad; cada uno clasificado por sección y con sus respectivos parámetros que cuantifican las respuestas de los ítems de la encuesta que se aplica a través del sistema a los estudiantes que tomaron el curso desarrollo sustentable. En la investigación cualitativa se estudia la realidad en su contexto natural y cómo sucede, sacando e interpretando fenómenos de acuerdo con las personas implicadas, (Blasco & Pérez, 2007). Se diseñó y aplicó posterior al estudio cuantitativo, una entrevista de opinión a informantes clave conocedores ambientalistas, a los profesores de ISC y a estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco para conocer respecto al desarrollo de herramientas automatizadas que incorporan las tecnologías de la información y comunicación, como un recurso importante para la realización de trabajos con aporte a la promoción y educación ambiental con amplias posibilidades de tener impactos en los valores ambientales para concientizar a los actores profesionales y a la sociedad respecto al cuidado del medio ambiente.

El estudio se apoyó también en las metodologías de la ingeniería del software, que se base en los modelos de datos y las normas de medición del desempeño y funcionalidad de los sistemas automatizados. Los modelos de datos fueron representados de acuerdo con los instrumentos de encuesta, representando en formularios los reactivos a evaluar, así como los parámetros de medición.

Por último, se considera también la investigación documental, ya que para definir las preguntas contempladas en los instrumentos de medición on-line, se revisó el currículo de estudio de la carrera de ISC, las temáticas, las actividades y las competencias del programa de la asignatura desarrollo sustentable que se imparte en el ITA. Además de las teorías de sistemas con tecnologías sustentables y los aportes de trabajos relacionados con la problemática y educación ambiental.

La **Figura 1**, representa el esquema metodológico para el desarrollo del trabajo, en el que se definen las etapas de la investigación: *a) análisis documental, b) análisis del sistema automatizado, c) Evaluación automatizada de las competencias e impacto ambiental y d) Evaluación del sistema.*

**Figura 1. Esquema metodológico del proceso de desarrollo del trabajo “Soluciones automatizadas de impacto ambiental como estrategias para el desarrollo sustentable”**



Etapas de desarrollo del trabajo que evalúa las competencias ambientales a través de un sistema automatizado para conocer el impacto de la asignatura "desarrollo sustentable" y promover valores ambientales en estudiantes y profesionales de ISC del ITA. Elaboración propia.

### **Primera etapa. Análisis documental**

En la primera etapa de desarrollo del proyecto de investigación, se realizó una revisión del programa curricular de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, en donde se pudieron identificar las temáticas de la asignatura, las actividades y las competencias generales y específicas de la materia desarrollo sustentable, mismas que se encuentran instrumentadas en el programa de estudio y en la instrumentación didáctica desarrollada de manera colegiada por los profesores que imparten el curso durante los periodos escolares. En esta revisión se clasificaron las actividades de acuerdo a los temas del programa con el objeto de alinearlos a los aspectos ambientales a considerar en cada sección que contempla la herramienta automatizada. En esta primera etapa se llevó a cabo también la revisión de referentes teóricos, relacionados con las temáticas ambientales, y los modelos automatizados de las tecnologías sustentables, que se contemplan para la solución automatizada como estrategia que contribuye con el desarrollo sustentable.

### **Segunda etapa. Análisis del sistema automatizado**

En esta segunda etapa de desarrollo del proyecto, se analizó la herramienta automatizada a ser considerada para la evaluación de las competencias adquiridas por los estudiantes y profesionales que tomaron la asignatura: desarrollo sustentable. Con la revisión de la herramienta se da conocimiento de la estructura para identificar las secciones de trabajo, así como facilitar el manejo del mismo. En este análisis del sistema, se identifican los datos para las pruebas preliminares, así como las pruebas de sistema. También se analizan las métricas de evaluación del sistema, en las que se consideran los indicadores de valoración de la herramienta. Para este estudio fueron consideradas las normas de la ingeniería del software: Norma ISO 14001 que proporciona a las organizaciones un marco con el que proteger el medio ambiente; la Norma IEEE830 que identifica un estándar que integra los requerimientos de un sistema automatizado, desde la perspectiva del usuario, cliente y desarrollador y los IDA, expresión específica que proporciona información sobre el desempeño ambiental de una organización. Se examinan también en esta etapa de desarrollo las secciones de trabajo del sistema automatizado, con la finalidad de revisar los indicadores de los aspectos ambientales a considerar en la evaluación. Se identifica también los procedimientos, las transacciones y demás tareas que se van desarrollando. Se dirige la atención con detalle a la integridad y seguridad de datos para asegurar la calidad y eficiencia de la información.

### **Tercera etapa. Evaluación automatizada de las competencias e impacto ambiental**

En esta tercera etapa, se realiza la evaluación de las competencias ambientales a través del sistema automatizado, el cual contempla el instrumento de encuesta on-line. La encuesta se conforma por cuatro secciones, mismas que representan los aspectos ambientales: agua, aire, suelo y electricidad. Cada sección se conforma de diez preguntas con respuestas cerradas, las cuales se aplicaron a los estudiantes y profesionales del ITA que ya habían tomado el curso: desarrollo sustentable. El sistema presenta los resultados de forma gráfica, facilitando la lectura de la información para el investigador y analistas del sistema. También se realizó un trabajo de campo en el que se consideraron para llevar a cabo la evaluación con el sistema a los estudiantes que cursaron la asignatura: desarrollo sustentable de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales y a los profesionales que imparten la materia: desarrollo sustentable. El sistema se presentó a los estudiantes, con la finalidad de que realizaran la evaluación de la encuesta de manera electrónica, para ello tuvieron que ingresar a la plataforma de trabajo que se implementó en un sitio web.

#### **Cuarta etapa. Evaluación del sistema**

En esta última etapa de desarrollo del trabajo, se evalúa la herramienta automatizada para conocer el desempeño, y se aplica también una entrevista con preguntas abiertas con el objeto de tener opiniones por parte de profesionales e informantes clave, respecto a la manera en que influyen los sistemas automatizados y la incorporación de estas tecnologías para desarrollar trabajos que promueven la Educación Ambiental. Además, se proporcionan alternativas que atiendan las áreas de oportunidad de acuerdo con el resultado o dictamen de la institución próxima a ser evaluada para una certificación en el Sistema de Gestión Ambiental. Por último, poder ofrecer a los directivos tomadores de decisiones los resultados del trabajo, en el que se informe el impacto que tiene la asignatura que se imparte en una institución educativa considerada en el currículo de estudio. De acuerdo con la alimentación de los datos, por parte de los estudiantes encuestados, el sistema pudo presentar la información gráfica con los porcentajes respectivos de los ítems evaluados, así como las áreas de oportunidad que debe atender la institución. Con la evaluación del sistema, se pudieron identificar las competencias y el impacto que está teniendo la impartición de la materia de desarrollo sustentable en los estudiantes de la carrera de ISC del ITA.

El desarrollo de la investigación planteada en las etapas del desarrollo determina una relación clara y consistente del seguimiento de la investigación. Este seguimiento que describe el diseño, es una forma particular en la que se adapta u organizó para la intervención.

La intervención planteada en esta metodología, empleo diferentes métodos y técnicas. En este sentido, la evaluación de las competencias ambientales que determinan el impacto de la materia desarrollo sustentable, incorporando tecnologías para apoyar los trabajos relacionados con la promoción de valores y adoptar una perspectiva de transformación social en los estudiantes y profesionales que tomaron el curso, determinan instrumentos de recolección de datos y operación práctica para la medición que determinan el alcance de los objetivos. Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. Siendo la primera, el grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales, al segundo refiriéndose al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir, y a la objetividad al grado en que éste es permeable a la influencia de los sesgos y tendencias del investigador que lo administran, califican e interpretan, (Castillo, 2014).

Las soluciones automatizadas son determinantes para apoyar en las áreas de las dimensiones económicas, sociales y ambientales. La herramienta automatizada que evalúa el impacto ambiental que tiene la asignatura de desarrollo sustentable derivado de las acciones de los estudiantes y profesionales que tomaron el curso, contempla un diseño amigable con formularios en los que se representa la encuesta on-line. La encuesta contempla preguntas cerrada con temáticas de actividades y acciones cotidianas que realizan los estudiantes y profesionales, para ello se consideraron los aspectos ambientales: agua, aire, suelo y energía eléctrica.

También se realizó un trabajo de campo, para ello, se elaboró y aplicó la entrevista de opinión general para conocer puntos de vista de los expertos en temáticas relacionadas con el medio ambiente, de profesores que imparten la asignatura: desarrollo sustentable y a estudiantes de la carrera de ISC del ITA que ya tomaron la asignatura. La entrevista expresa que la ventaja esencial reside en que son los mismos actores sociales quienes proporcionan los datos relativos a sus conductas, opiniones, deseos, actitudes y expectativas, cosa que por su misma naturaleza es casi imposible de observar desde afuera. Nadie mejor que la misma persona involucrada para hablarnos acerca de todo aquello que piensa y siente, (Thomas, 2001).

## LA POBLACIÓN Y LA MUESTRA

### La población

En la investigación, es fundamental el conocimiento de los individuos, de los objetos o las medidas que intervienen en el estudio; pero también es importante visualizar las características comunes o esenciales en el espacio y tiempo de una población para que ayude en la obtención de los mejores resultados. La población para este estudio contempló a la comunidad del Instituto Tecnológico de Acapulco, específicamente a los estudiantes que habían tomado el curso de desarrollo sustentable, y a los profesores que imparten la asignatura definida en el currículo de estudio de las carreras del ITA. Asimismo, se consideraron a los conocedores expertos ambientalistas.

En el estudio, se utilizó el sistema automatizado para presentar una herramienta de apoyo para obtener soluciones, contemplando que las tecnologías juegan un papel importante para facilitar las tareas y procesos que llevan a cabo las instituciones tanto del sector público como del privado. Este sistema fue desarrollado en una etapa anterior para lo cual se presentará en la sección de los resultados. El sistema presenta una estructura amigable e interfaz sencilla, que facilita su manejo; ya que se apoya de formas y formularios que facilitan la lectura e interpretación para los usuarios.

El sistema es administrado para visualizar resultados e información de interés, apoyándose de imágenes gráficas, tablas, figuras y formatos de valores de los ítems de las encuestas. También se presenta un documento (archivo en formato pdf) para representar el resultado o dictamen para una posible certificación en el Sistema de Gestión Ambiental de la institución evaluada.

### La muestra

La representatividad o subconjunto finito, define el tamaño de la muestra y el procedimiento. Existen diversos criterios para estimar el tamaño de la muestra, en este caso se consideró el criterio relacionado con las posibilidades de tiempo y los recursos que se tenían.

La muestra considerada en la evaluación de las competencias e impacto ambiental del curso de desarrollo sustentable para los estudiantes de ISC, contempló a aquellos estudiantes que cursaron el cuarto semestre. Los estudiantes que cursaron la materia de desarrollo sustentable fue una matrícula de 160 alumnos, los cuales se clasificaron en 4 grupos de 40 alumnos por aula. El grupo 1 programado en el horario de 11:00 a 12:00 a.m., consideró a 40 de 160 estudiantes más los 9 de 160 de los otros grupos de desarrollo sustentable, equivale a un 30.62% del total de estudiantes de ISC quienes contestaron la encuesta. También se consideraron a los profesores de ISC y de las otras carreras del ITA que imparten la asignatura de desarrollo sustentable; además de los conocedores ambientalistas.

De la población de encuestados e informantes clave, y fundamentado en modelo estadístico que determina la representatividad de la muestra para recolectar información, se consideró a un total de 70 personas, es decir el 36.64% del total de la población. Por tanto, la determinación del margen de error y tener resultados con precisión se encuentra por encima de lo estimado estadísticamente (**Tabla 1**).

**Tabla 1. Población y muestra considerada en el trabajo de investigación: Soluciones automatizadas de impacto ambiental como estrategias para el desarrollo sustentable**

Informantes clave	Población	%	Muestra	Hombres	Mujeres
CA	7	100%	7	4	3
PDIADS-ISC	4	100%	4	2	2
PD-OC	20	50%	10	6	4
A	160	30.62%	49	27	22
<b>T-IC-ITA</b>	<b>191</b>	<b>36.64%</b>	<b>70</b>	<b>39</b>	<b>31</b>

CA=Conocedores Ambientalistas; PDIADS-ISC=Personal Docente que Imparte la Asignatura: Desarrollo Sustentable en ISC; PD-OC=Personal Docente de Otras Carreras (ARQ + IEM + IBQ+ IGE+ LA+ CP); A=Alumnos de ISC que cursaron la asignatura: Desarrollo Sustentable; T-IC=Total de informantes Clave del Instituto Tecnológico de Acapulco. Elaboración propia.

El estudio se centralizó en el conocimiento de las variables: evaluación de las competencias ambientales y el impacto de educación ambiental derivado del curso que se imparte en el currículo de estudio de la carrera de ISC. Los aspectos ambientales: agua, suelo, aire y energía eléctrica, fueron contemplados con base en el SGA que promueve el Instituto Tecnológico de Acapulco, lugar donde se llevó a cabo el proyecto de investigación; cada uno de los aspectos contemplaron ítems de evaluación mediante una encuesta on-line en la que se consideraron preguntas respecto a las acciones y actividades cotidianas (acciones con las que se conducen los estudiantes y profesionales en su quehacer diario tanto en el instituto tecnológico como en los espacios sociales donde se desenvuelve) que realizan los actores que cursaron la materia: desarrollo sustentable.

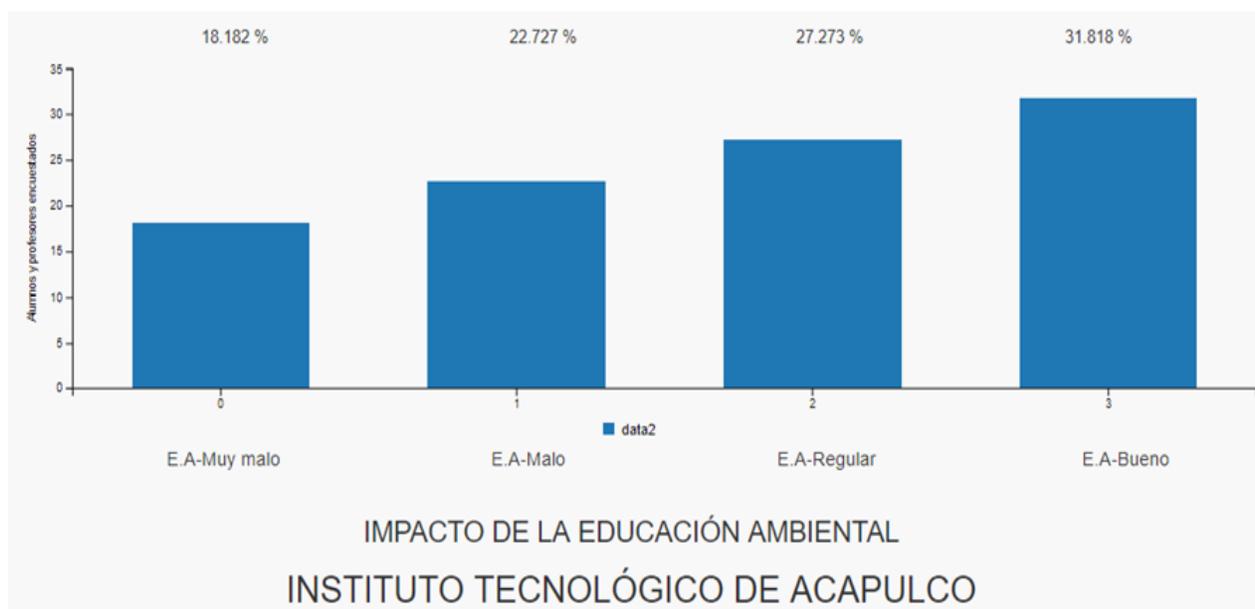
## RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la evaluación de las competencias ambientales mediante la herramienta automatizada que se utilizó para conocer el impacto de la educación ambiental y el impacto que genera la impartición de la materia de desarrollo sustentable que se encuentra definida en el currículo del programa de estudios de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco, demuestran que las tecnologías de la información juegan un papel importante para el desarrollo de las actividades de los procesos, así como en las técnicas metodológicas de investigación para la solución de los proyectos, ya que proveen un potencial relevante en este trabajo que fomenta los valores ambientales a través de la herramienta, además de que se facilitan los trabajos que difunden el conocimiento mediante las telecomunicaciones de forma oportuna para la sociedad en general.

La evaluación de las competencias ambientales adquiridas por los estudiantes y profesionales, se realizó en el Instituto Tecnológico de Acapulco, lo que permitió identificar el conocimiento e impacto de educación ambiental, al evaluar las acciones de la vida cotidiana, mediante la encuesta on-line las actividades para el cuidado del medio ambiente que llevan a cabo estos actores. Estos resultados obtenidos derivados de las pruebas preliminares, demostraron que los estudiantes que cursaron la asignatura de “desarrollo sustentable” de la Carrera de ISC del ITA, sí cuentan con los conocimientos de educación ambiental, y aunque son mínimos los avances, son extraordinarios los resultados, por el hecho del progreso en la adquisición de las competencias ambientales, ya que se logra un porcentaje entre el 27.733% al 31.818% entre regular y bueno de impacto en educación ambiental. Por consiguiente, la implementación de la materia en el currículo de estudio, sí está generando impactos con resultados favorables, ya que repercute en la educación y cuidado ambiental.

La **Gráfica 1**, generada por el sistema automatizado, deduce que las competencias adquiridas por los estudiantes son del 59.09% (27.733% y 31.818% entre regular y bueno). Se puede apreciar que el porcentaje de las competencias adquiridas es mínimo, sin embargo, es un buen comienzo y una excelente estrategia para el desarrollo sustentable, ya que si se aportan estas estrategias que fomentan los valores de educación y difusión del conocimiento en las instituciones educativas podremos concientizar a la sociedad para que se puedan implementar acciones y estrategias que mejoren las buenas prácticas sobre el cuidado ambiental.

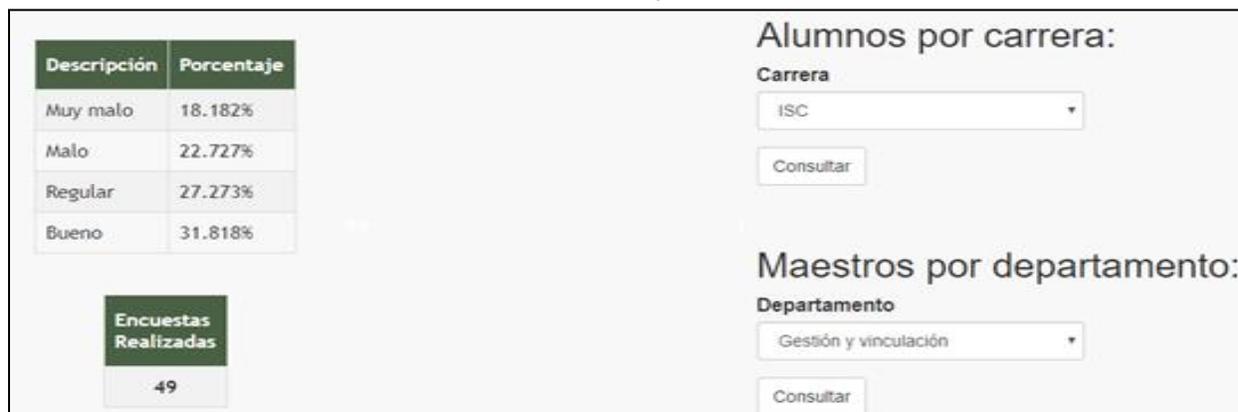
**Gráfica 1. Resultados de la evaluación de las competencias ambientales adquiridas por los estudiantes y profesionales que cursaron la asignatura: Desarrollo Sustentable y conocer el impacto de la materia definida en el programa curricular de la carrera de ISC del ITA**



Aspectos ambientales evaluados: *agua, aire, suelo y electricidad*. Considerados en la encuesta on-line que se conforma de cuatro secciones que contemplan las preguntas o reactivos.

En el **Cuadro 1**, se describen los valores e información de los aspectos de evaluación con sus respectivos porcentajes que se obtuvieron con el apoyo de la herramienta automatizada. La encuesta on-line contiene 40 ítems o preguntas, las cuales se agruparon en cuatro dimensiones (cuidado del agua, no contaminación del aire y del suelo, y ahorro en el consumo energético). La evaluación general de las cuatro dimensiones señala que los estudiantes están adquiriendo con un mínimo porcentaje las competencias ambientales y por consiguiente el impacto de educación ambiental que se percibe en las acciones que realizan los estudiantes en su desenvolvimiento de la vida diaria, es deficiente. De manera específica, se deduce que las competencias ambientales que adquieren los estudiantes aportan de manera favorable con el cuidado ambiental y aunque es mínimo el porcentaje que se obtuvo en esta evaluación, estas acciones responsables y positivas sí impactan ambientalmente. La encuesta on-line, contemplan la escala de medición de las variables competencias ambientales e impacto ambiental que fueron examinadas a partir de los indicadores y test que fueron contestando por los estudiantes y profesionales que ya habían tomado el curso de desarrollo sustentable.

**Cuadro 1. Representación de los datos e información general promedio de las encuestas realizadas por estudiantes y profesores para conocer las competencias ambientales e impacto ambiental a través del sistema de información, caso: ITA**

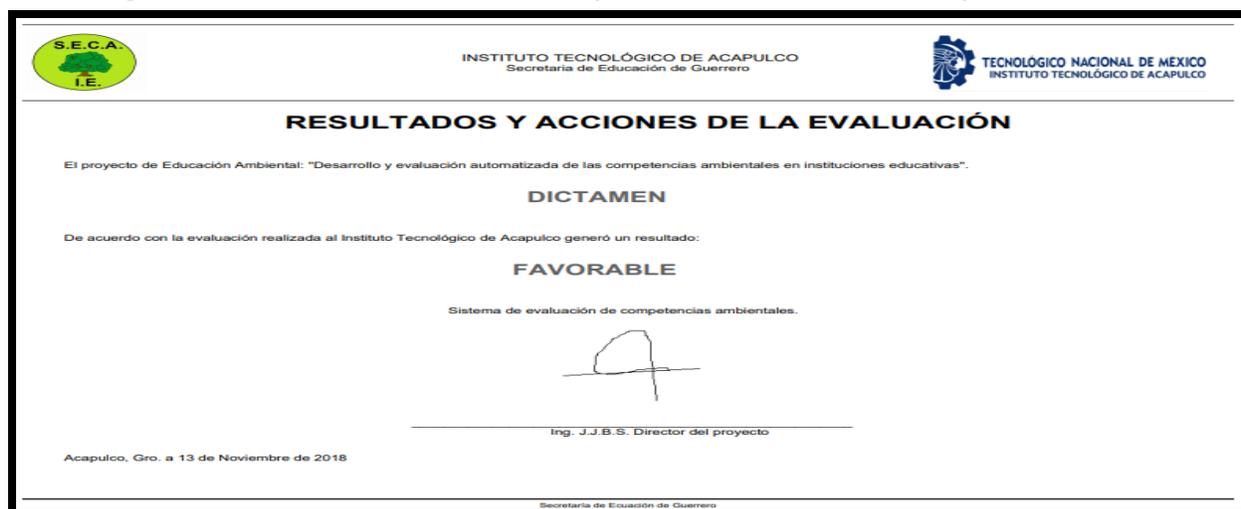


Sección de resultados de los aspectos ambientales evaluados: *agua, aire, suelo y electricidad*., generados de forma automática de acuerdo con la encuesta on-line.

Los resultados presentados anteriormente son cambiantes, ya que a medida que los estudiantes y profesionales van contestando la encuesta, los porcentajes y valores se van modificando de manera automática.

La herramienta automatizada, proporciona también un documento en formato pdf como una alternativa a los directivos responsables para la toma de decisiones, que consiste en un dictamen que señala que la institución fue evaluada con relación a las competencias ambientales e impacto ambiental que adquirieron los estudiantes que cursaron la asignatura de desarrollo sustentable y señala también la información en la que se dictamina que la institución evaluada tiene o no posibilidades para certificarse en el Sistema de Gestión Ambiental (**Figura 2**).

**Figura 2. Dictamen con resultado favorable que manifiesta el resultado del impacto ambiental**



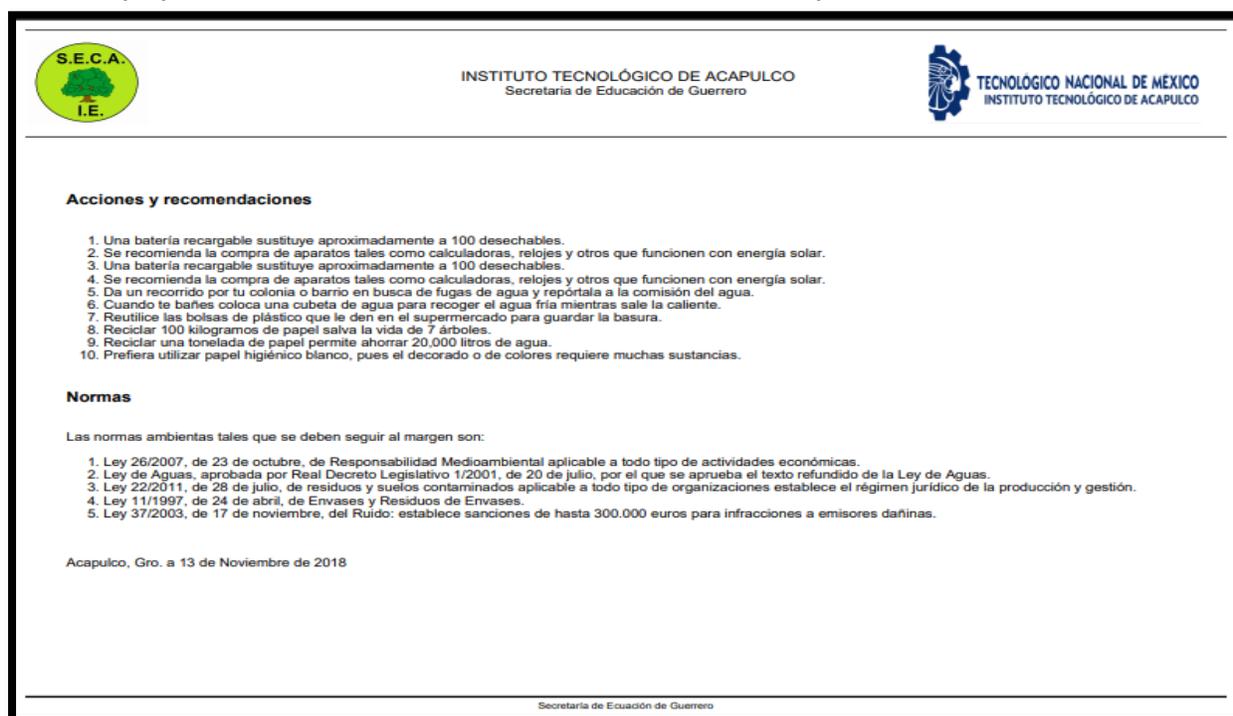
Documento en formato de archivo pdf, generado por el sistema automático que presenta el resultado de la evaluación de las competencias ambientales como una propuesta de certificación a la institución en el Sistema de Gestión Ambiental. Caso ITA.

Otro de los resultados considerado estratégico, fue la propuesta de Educación Ambiental para las instituciones educativas, ya que al analizar el programa curricular e identificar los temas y actividades

definidos en la instrumentación didáctica, se ofrecen alternativas de temáticas de gestión ambiental que pudieran implementarse en la instrumentación didáctica al realizar el trabajo colegiado por los profesores que imparten la asignatura.

Además, se presentan las acciones y recomendaciones como áreas de oportunidad a ser atendidas por los actores de la institución evaluada para adquirir las competencias ambientales que impactarán en el cuidado del medio ambiente al llevar a cabo las prácticas de las actividades cotidianas. Además de presentar las acciones, recomendaciones y la normatividad que describen los lineamientos que permiten proporcionar la información relacionada con las temáticas ambientales como estrategias del desarrollo sustentable (**Figura 3**).

**Figura 3. Acciones, recomendaciones y normatividad presentada como área de oportunidad a ser atendida en una propuesta de Certificación en el Sistema de Gestión Ambiental para las instituciones educativas**



Documento en formato de archivo pdf, de apoyo a directivos tomadores de decisiones para atender recomendaciones derivadas de la evaluación y apoyar la certificación en el SGA. Caso ITA.

La percepción de los informantes clave: conocedores ambientalistas, profesores que imparte la materia de desarrollo sustentable y estudiantes de la carrera de ISC del ITA, posterior a la presentación y evaluación del desempeño del sistema automatizado, manifestaron las siguientes deducciones: la incorporación de las tecnologías en los diversos proyectos que se desarrollan por la sociedad, facilitan y apoyan las actividades o fases de desarrollo; y para el caso de la problemática ambiental incontrolable, es necesario utilizar estas tecnologías, ya que requieren la incursión de herramientas automatizadas que faciliten la realización de los trabajos; además, se difunde a través de ellas la información para la sociedad en general mediante las telecomunicaciones. Estas deducciones demuestran que la implementación de herramientas tecnológicas contribuyen en el desarrollo de las actividades metodológicas de los proyectos; pero además, se contribuye con el desarrollo de trabajos prioritarios que atiendan la problemática ambiental, ya que se difunde el conocimiento mediante las redes de comunicación al llevar a cabo la evaluación de las competencias ambientales adquiridas por los

estudiantes que tomaron la asignatura de desarrollo sustentable, asignatura contemplada en el currículo de estudios del programa de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales para dar soluciones estratégicas de forma automática que impacten ambientalmente y aporten a la educación ambiental.

## **CONCLUSIONES**

La incorporación de tecnologías a través de herramientas automáticas desarrolladas para apoyar las actividades metodológicas en el trabajo que evalúa las competencias ambientales para dar soluciones automatizadas de impacto ambiental como estrategias para el desarrollo sustentable, contribuyen en gran medida de manera significativa, ya que se facilitó el trabajo durante el proceso y clasificación de los datos para una presentación clara y oportuna de la información, misma que facilita la lectura y el análisis para la descripción de los informes. Las tecnologías de la información difunden el conocimiento que permite fomentar valores de concientización y al mismo tiempo se promueve el respeto para el cuidado ambiental con amplias posibilidades de generar impactos positivos para el desarrollo sustentable.

La evaluación de las competencias ambientales realizada mediante el sistema automatizado a los estudiantes y profesionales de ISC que tomaron la materia “desarrollo sustentable”, generó como resultado de acuerdo a los indicadores, un 27.733% de conocimiento regular y un 31.818% de conocimiento bueno durante el desarrollo de las actividades en la vida cotidiana; por tanto, el impacto de educación ambiental fue del 59.09%. Este resultado demuestra que el curso de desarrollo sustentable definido en el currículo de estudio de la carrera de ISC es trascendental; ya que, aunque el aporte es mínimo, la relevancia es sobresaliente debido al impacto de actuación en la educación ambiental y el servicio educativo.

La contribución en proyectos que integran las dimensiones del desarrollo sustentable, considerando el desarrollo e implementación de las tecnologías, generan resultados completos ya que se combinan diversas herramientas de apoyo, así como, colaboradores especialistas en sus áreas. Existen pocos sistemas automatizados que atiendan la problemática ambiental y también son muy mínimos aquellos que dan seguimiento a las asignaturas definidas en los currículos de estudios que promueven el cuidado del medio ambiente en las instituciones educativas. La evaluación de las competencias ambientales que dan seguimiento al conocimiento ambiental que impacta en la educación durante la realización de las actividades cotidianas, se apoyó de una herramienta automatizada para la medición de competencias e impacto ambiental desarrollada en una etapa anterior de este proyecto. Con ello se presentan soluciones automatizadas y propuestas de educación ambiental con alternativas de inclusión de actividades temáticas en los currículos de estudios que complemente la adquisición de las competencias e impacto ambiental en los profesionistas para que sean los actores y promotores principales de la educación ambiental.

El desarrollo de proyectos de educación ambiental con el apoyo de las tecnologías haciendo uso de las herramientas automatizadas y que den seguimiento a las temáticas y actividades propuestas en los currículos de estudios de los programas de nivel superior del ITA, apertura amplias posibilidades para modificar los escenarios de las temáticas, y al mismo tiempo hacer propuestas respecto al diseño curricular de la asignatura a los directivos tomadores de decisiones para dar seguimiento a los proyectos emergentes que atiendan la problemática ambiental con responsabilidad, que impacte en el desarrollo sustentable y la calidad de vida de la sociedad.

## REFERENCIAS

**Academia Nacional de Educación Ambiental/ANEA.** (2008) Educación Ambiental para la sustentabilidad en México aproximaciones conceptuales, metodológicas y prácticas. Primera edición. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. UNICACH. México, disponible en: <http://www.anea.org.mx/docs/EdAmbSustentabilidadMexico.pdf>. Fecha de acceso: 15 de mayo del 2019.

**Álvarez, B.** (2008) Automatización y robótica para la producción. Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México. Aproximaciones conceptuales, metodológicas y prácticas. Colección Jaguar. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas UNICACH. Primera edición. editorial@unicach.edu.mx. México, disponible en: <https://www.gestiopolis.com/automatizacion-robotica-produccion/ANEA>.

**Bedolla-Solano, J.J.** (2015) Sistema de Gestión de Programas de Educación Ambiental, una aplicación para el desarrollo comunitario. Publicado In: Pasado, presente y futuro de las regiones en México y su estudio. Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, A.C., México. ISBN AMECIDER: 978-607-96649-1-6 UNAM-IIEc: 978-607-02-7436-7.

**Blasco, M. J. & Pérez, T.J.A.** (2007) Metodologías de investigación en las ciencias de la actividad física y el deporte: Ampliando horizontes. Universidad de Alicante. España, disponible en: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/12270/1/blasco.pdf>. Fecha de acceso: 30 de noviembre del 2018.

**Borja-Buestán, C.D. y Cuji-Torres, V.A.** (2013) Metodología para la especificación de requerimientos de software basado en el estándar IEEE 830-1998. Tesis de ingeniero en Sistemas. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Ecuador, disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5264/1/UPS-CT002757.pdf>. Fecha de acceso: 18 de julio del 2019.

**Carranza, M.** (2007) Las TIC, Sustentabilidad y Educación Ambiental. Razón y Palabra. Universidad de los Hemisferios. Quito, Ecuador, disponible en: [www.redalyc.org/pdf/1995/199520717010.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/1995/199520717010.pdf). Fecha de acceso: 23 de julio del 2019.

**Castillo, L.** (2014) Validez y confiabilidad. Universidad Yacambú Vicerrectorado de investigación y posgrado. Instituto de Investigación y Posgrado. Programa de Maestría en Educación Ambiental. Diseño Cuantitativo de Investigación. Venezuela, disponible en: <https://es.slideshare.net/scgambiental/presentacin-de-validez-y-confiabilidad>. Fecha de acceso: 30 de noviembre del 2018.

**Cira L, G.** (2010) Indicadores para la evaluación del desempeño ambiental de los Centros de Educación Superior (CES). Revista CENIC. Ciencias Químicas. Centro Nacional de Investigaciones Científicas. Cuba, disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1816/181620500040.pdf>. Fecha de acceso: 30 de septiembre del 2018.

**Escobedo, J. D.** (2012) Propuesta didáctica para desarrollar la cultura medio ambiental. Disponible en: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/viewFile/349/328>. Fecha de acceso: 30 de enero del 2019.

**Galindo, L.** (2014) La educación ambiental en la virtualidad: un acercamiento al estado del arte. Universidad de Guadalajara. México, disponible en: <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/195/862>. Fecha de acceso: 23 de julio del 2019.

**Gutiérrez, B. E. y Martínez, M.C.** (2010) El plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior. Escenarios posibles. Revista de la Educación Superior. Vol. XXXIX (2),

No. 154., pp. 111-132. México, disponible en: [http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista154\\_S3A1ES.pdf](http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista154_S3A1ES.pdf). Fecha de acceso: 23 de junio del 2019.

**Instituto Tecnológico de Acapulco (ITA)/TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO (TecNM).** 2016. "Plan de estudios: Ingeniería en Sistemas Computacionales", Sitio Web: <http://it-acapulco.edu.mx/>, Acapulco, Guerrero; México, disponible en: <http://it-acapulco.edu.mx/ingenieria-en-sistemas-computacionales/>. Fecha de acceso: 18 de julio del 2019.

**Martínez, R.** (2010) La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. Revista electrónica Educare. Universidad Nacional Heredia, Costa Rica, pp. 97-111; disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1941/194114419010.pdf>. Fecha de acceso: 20 de junio del 2019.

**Miranda, A. C.** (2014) Educación ambiental en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Primaria, Secundaria y Preuniversitario. Universidad de Ciencias Pedagógicas "José Martí". Cuba, disponible en Revista Vinculando: <http://vinculando.org/ecologia/educacion-ambiental-en-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje-en-primaria-secundaria-y-preuniversitario.html>. Fecha de acceso: 23 de junio del 2019.

**Monje, A. A.** (2011) Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Neiva, Colombia, disponible en: <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>. Fecha de acceso: 30 de noviembre del 2018.

**Norma Internacional ISO 14001.** (2004) Sistema de Gestión Ambiental – Requisitos con orientación para su uso. Certificaciones de la norma de sistema de gestión ambiental., disponible en: <http://www.lrq.es/certificaciones/iso-14001-medioambiente/> y [https://www.dinama.gub.uy/indicadores\\_ambientales/wp-content/uploads/2016/01/Norma-ISO-14001-2004.pdf](https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/wp-content/uploads/2016/01/Norma-ISO-14001-2004.pdf). Fecha de acceso: 19 de marzo del 2019.

**Oliva, E. Y.** (2015) Programa de Educación Ambiental para el Cuidado y Conservación del Medio., disponible en: [http://repositorio.usat.edu.pe/bitstream/usat/167/1/Educare\\_Vol5\\_n2\\_1.pdf](http://repositorio.usat.edu.pe/bitstream/usat/167/1/Educare_Vol5_n2_1.pdf). Fecha de acceso: 27 de noviembre del 2018.

**Piero, E., Eugenia, O.T., & Yasser, A.D.C.** (2015) Análisis de la Percepción del Medio Ambiente de los Estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica. Formación Universitaria. Centro de Información Tecnológica. Chile, disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3735/373544191003.pdf>. Fecha de acceso: 30 de abril del 2019.

**Reyes, D.M.** (2010) Programas de educación ambiental no formal, ¿creando conciencia o sólo informando a la población?: el caso del programa de Ecoparque, Tijuana, Baja California, 2004-2008. Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. El Colegio de la Frontera Norte. CICESE. México, disponible en: <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2010/10/TESIS-Reyes-Barrera-Dulce-Mar%C3%ADa.pdf>. Fecha de acceso: 23 de julio del 2019.

**Thomas S., K.** (2001) Las estructuras de las revoluciones científicas. Fondo de la cultura económica. México, disponible en: [http://www.sidocfeminista.org/images/books/04434/04434\\_00.pdf](http://www.sidocfeminista.org/images/books/04434/04434_00.pdf). Fecha de acceso: 30 de abril del 2019.

**Vilches, A., Gil Pérez, D., Toscano, J.C. y Macías, O.** (2014) Educación para la sostenibilidad. Universidad de Valencia y Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Por un futuro sostenible. España, disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/302292295\\_Educacion\\_para\\_la\\_Sostenibilidad](https://www.researchgate.net/publication/302292295_Educacion_para_la_Sostenibilidad). Fecha de acceso: 20 de junio del 2019.