

# Evaluación de un modelo de espacio inteligente como estrategia para el desarrollo sustentable en instituciones educativas

Juan José Bedolla Solano<sup>1</sup>

Ramón Bedolla Solano<sup>2</sup>

Adriana Miranda Esteban<sup>3</sup>

## Resumen

Los problemas ambientales se perciben con mayor relevancia afectando notoriamente a nuestro planeta. Estos problemas exigen una atención urgente de estudios, por instituciones públicas y privadas; y en este tenor, las instituciones educativas de educación superior son llamadas a jugar un papel protagónico para emprender estudios de investigación que contribuyan al cuidado del medio ambiente.

En el Instituto Tecnológico de Acapulco (ITA) y como resultado de un proyecto de investigación para el fortalecimiento del Cuerpo Académico: Tecnología y Sustentabilidad, clave: ITACA-CA-6, se diseñó y desarrolló un modelo de espacio inteligente como estrategia de cuidado ambiental y control de los recursos en una infraestructura física, haciendo uso de las tecnologías emergentes de la información y comunicación, como una de las acciones contempladas en esta área de estudio que incorpora las tecnologías con recursos informáticos para transformar y potencializar estrategias para la gestión del desarrollo regional. El modelo se implementó en su primera etapa en el edificio 700's, designado a la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC).

El trabajo presentado contempla una evaluación del modelo, el cual se presentó a estudiantes, profesores y directivos del ITA como una propuesta estratégica e innovadora para el ahorro energético, el control y seguridad de los recursos haciendo uso de las tecnologías de la información y comunicación; que contribuye al cuidado ambiental. Además, se presentó a conocedores ambientalistas de otras instituciones públicas para conocer la opinión respecto al desarrollo e implementación de este proyecto para otras instituciones educativas. El propósito del trabajo fue evaluar el modelo para conocer el desempeño del proyecto, el impacto ambiental y económico, y la factibilidad de desarrollar modelos estratégicos con aporte al ahorro energético y disminución de los gastos económicos para su implantación principalmente en instituciones del sector educativo.

Los resultados obtenidos demostraron que el desarrollo de proyectos sustentables con tecnologías innovadoras son temas prioritarios para la investigación en las instituciones de educación superior y posgrado. La factibilidad de desarrollo e implantación del modelo generó un

---

<sup>1</sup> Doctor en Desarrollo Regional, Ingeniería en Sistemas Computacionales - Instituto Tecnológico de Acapulco/TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO, CA: Tecnología y Sustentabilidad, clave: ITACA-CA-6. Correo Electrónico: jjosebedolla@hotmail.com y juan.bs@acapulco.tecnm.mx

<sup>2</sup> Doctor en Desarrollo Regional, Escuela Superior de Sociología y CCDR UAGro Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero, CA: Educación y Sustentabilidad, clave: UAGRO-CA-185. Correo Electrónico: rabedsol@hotmail.com

<sup>3</sup> Doctora en Ciencias Ambientales, Escuela Superior de Sociología, Universidad Autónoma de Guerrero, CA: Educación y Sustentabilidad, clave: UAGRO-CA-185. Correo Electrónico: adriaannaaa@hotmail.com

51%, el Impacto ambiental y económico un 34% y el desempeño del modelo-prototipo reflejó un 40% de eficiencia. Por consiguiente, la viabilidad es satisfactoria.

Las opiniones de los informantes clave deducen que el desarrollo de proyectos multidisciplinarios engloba un trabajo de conjunto que contempla diversas áreas de conocimiento que atienden las dimensiones del desarrollo sustentable, y conlleva a la conclusión de grandes proyectos. También comentaron que la factibilidad de implementar un proyecto estratégico de desarrollo sustentable es necesario no solo para las instituciones de educación superior, sino que es prioritario para todos los niveles educativos, debido a la problemática ambiental que se percibe en la mayor parte de las instituciones educativas del municipio de Acapulco, Guerrero. Señalaron también, que es urgente implementar acciones que contribuyan con el cuidado del medio ambiente, que se promuevan proyectos innovadores que atiendan las áreas de oportunidad en cuestión ambiental, como es el caso del cambio climático, entre otros temas prioritarios; y que se difunda el conocimiento para dar solución a los problemas ambientales y sociales de la región.

**Palabras clave:** Ahorro energético y cuidado del medio ambiente, Gestión del desarrollo regional, Propuesta estratégica e innovadora.

## Introducción

Los problemas ambientales ocasionados por las inadecuadas acciones de los seres humanos, residen en consecuencias de riesgos importantes para la sociedad, y provocan también efectos negativos que impactan a nuestro planeta. La implementación de acciones ambientales tiende a influir en la concientización, pero también se enfrenta de manera directa a atender problemas específicos de la vida diaria en una región o comunidad.

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).

Un proyecto o modelo desarrollado que se construye a través de métodos y procesos tiende a ser evaluado y probado su desempeño, debido a la implementación o puesta en marcha. La evaluación de un proyecto considera diversos aspectos y elementos desde los mínimos hasta los complejos procesos y procedimientos.

El gobierno de la República Mexicana a través del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, plantea objetivos y/o prioridades para un desarrollo óptimo del país. Dentro del Plan Nacional de Desarrollo, se tocan temas como el desarrollo sostenible y el uso de la ciencia y tecnología como beneficio para el ser humano y para el medio ambiente. El gobierno de México, está comprometido

a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar.

La Política Nacional de Educación Ambiental establece los objetivos, lineamientos de política y resultados esperados en la formación y fortalecimiento de la ciudadanía que requiere el desarrollo sostenible ambiental nacional. El cumplimiento de la política nacional de educación ambiental, es obligatorio para los procesos de educación y comunicación desarrollados por entidades que tengan su ámbito de acción en el territorio nacional.

Las instituciones educativas concentran un espacio importante en el campo de la investigación y de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo del gobierno de México, son llamadas a poner atención a la problemática ambiental que aqueja a la sociedad. En este sentido profesores y estudiantes tienen la responsabilidad de llevar a cabo acciones y trabajos en los que se incluyan temas ambientales, se incurse en la investigación y se difunda el conocimiento que impacte en el desarrollo sostenible para el bienestar de la sociedad con una mejor calidad de vida. El desarrollo sustentable, enfocado a un modelo económico que se vincula con el medio ambiente y la sociedad, se ha estado impulsando mediante las instituciones educativas con la finalidad de que los profesionales y comunidad en general adquieran conocimientos y valores de responsabilidad ambiental. Una comunidad del sector educativo responsable ambiental y conscientemente de no perjudicar el medio ambiente se orienta de manera directa a la sustentabilidad (Bedolla *et al.*, 2020).

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 educación ambiental (EA) en México muestra una consolidación creciente. Los logros alcanzados hablan de tendencias de mayor madurez en diferentes ámbitos de la vida nacional. Los principales rasgos pueden documentarse en varios espacios sociales; por un lado, se tiene una presencia progresiva en todo el Sistema Educativo Nacional, lo cual manifiesta también que se han dado pasos firmes en materia de organización y formación profesional, así como en el campo de la producción teórica nacional en educación ambiental, entre otros (Reyes y Bravo, 2008).

El desarrollo de proyectos sustentables que incorporan las tecnologías innovadoras que son impulsados por instituciones educativas y que se propician con el objeto de atender problemas ambientales específicos está aportando soluciones de relevancia. Pero también han servido de prototipos o modelos estratégicos que se han retomado para resolver problemas específicos de otras instituciones.

## EVALUACIÓN DE UN MODELO DE ESPACIO INTELIGENTE COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS

El trabajo que se plantea en este documento considera un proyecto de fortalecimiento propuesto por el Cuerpo Académico Tecnología y Sustentabilidad de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, el cual se presenta como una propuesta estratégica de desarrollo sustentable que contribuye con el ahorro energético, la seguridad y el control de los recursos; y con impacto ambiental y económico para el Instituto Tecnológico de Acapulco. A partir de esta propuesta, se realizó una evaluación del diseño y el desarrollo del modelo de espacio inteligente, aplicando los instrumentos de encuesta y entrevista a conocedores ambientalistas, profesores, estudiantes y directivos del ITA. Así como de otras instituciones públicas, con la finalidad de conocer el desempeño del modelo-prototipo, el impacto ambiental y económico, y la factibilidad del diseño, desarrollo e implantación de un modelo de espacio inteligente implementado en una infraestructura física del Instituto Tecnológico de Acapulco (ITA). Y consecuentemente poder presentar este proyecto estratégico de desarrollo tecnológico sustentable como una propuesta con tecnologías innovadoras de aporte al ahorro energético y el cuidado del medio ambiente; y generar impacto de desarrollo sustentable en las instituciones educativas en el Municipio de Acapulco, Guerrero.

La evaluación realizada deduce la viabilidad del proyecto considerando los resultados satisfactorios de los aspectos de factibilidad con 51% y 40% de desempeño en eficiencia. Y aunque en el aspecto de impacto ambiental se obtiene una valoración del 34%, se deduce que cualquier aporte que contribuye con el cuidado del medio ambiente, impactará en el desarrollo sustentable.

### **Problemática identificada**

El desarrollo tecnológico sustentable, es una oportunidad en investigación para brindar un futuro mejor hacia los seres humanos. Las instituciones de educación superior y posgrado deben ser protagonistas de esta oportunidad del desarrollo. Las universidades deben tomar con seriedad el problema de sustentabilidad y contemplar los efectos o alteraciones preocupantes del cambio climático y recursos naturales. Los seres humanos somos los causantes y responsables de estos efectos negativos.

El Programa de Desarrollo Institucional PDI 2019-2024, plantea en su primer objetivo el Eje Transversal: Evolución con inclusión, Igualdad y desarrollo sostenible; la línea de acción, incorporar como parte de la calidad educativa, los temas de inclusión, igualdad y desarrollo sostenible, atendiendo el proyecto de fomento en la comunidad tecnológica el cuidado del medio ambiente, la biodiversidad y el entorno sustentable. En el objetivo tres, la línea de acción: Fomentar entre los estudiantes la cultura de la igualdad, la no discriminación, la inclusión y el desarrollo sostenible y sustentable. En el objetivo cuatro, las líneas: Robustecer la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación a fin de contribuir al desarrollo del país y a mejorar el bienestar de la sociedad; Propiciar el incremento de los productos de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación; atendiendo el proyecto de impulso al desarrollo de proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación con enfoque a la solución de problemas regionales y nacionales. Y la línea de acción: Fortalecer la infraestructura de la actividad científica, tecnológica y de innovación.

Actualmente existen y se desarrollan muchas mejoras, innovaciones y avances en la construcción. Estos avances se centran en muy diversas facetas del proceso constructivo; sin embargo, no todos los avances implican la introducción en la arquitectura de tecnologías que hasta hoy no eran propias de ésta. La domótica es hoy día una disciplina que ha cumplido ya 30 años y

aún no se ha definido a sí misma, también es una de las disciplinas cuyo avance implica la introducción en la arquitectura de tecnologías completamente ajenas a ella hasta la fecha. Por otro lado, si nos centramos en la integración arquitectónica, además de las ventajas que ésta posee en instalaciones convencionales, en instalaciones domóticas esta integración muchas veces implica, además, la viabilidad de la propia instalación (Millán, 2014).

El Instituto Tecnológico de Acapulco, dependiente del Tecnológico Nacional de México, es una institución de nivel superior y posgrado que atiende a una comunidad de más de 4,513 estudiantes, distribuidos en las diferentes licenciaturas de ingeniería, administración y posgrado. Las actividades académicas, culturales y cotidianas que se realizan por los estudiantes contemplan los espacios físicos de la institución donde se desarrollan, principalmente las aulas de clases. En estos espacios se observan las malas prácticas ambientales, como el desperdicio de la energía eléctrica y el descuido frecuente respecto al uso de los recursos; ya que se percibe en las aulas de clases aun estando desocupadas, que los aires acondicionados se quedan encendidos cuando se quedan liberadas por los estudiantes. La corriente eléctrica es activada de manera general y mediante interruptores que se manejan de forma manual para todos los edificios de la institución. La activación de interruptores se realiza un poco antes de las 07:00 horas de la mañana, que es cuando se inician las clases de los estudiantes y se desactivan hasta después de las siete de la noche o bien hasta que se percibe que ya no permanece ninguna persona dentro de los edificios. Estas malas prácticas ambientales conllevan a tener efectos negativos tanto de incremento en el consumo energético como en el deterioro de los recursos como son el equipo de aires acondicionados, mismos que sufren afectaciones recurrentes por permanecer encendidos durante largos periodos de tiempo, o bien por los malos usos. Estos efectos negativos conllevan al incremento en el consumo energético y consecuentemente a la generación de los altos gastos para la institución que impactan en lo ambiental y económico.

En la comunidad tecnológica se observa la falta de valores y concientización ambiental, ya que no solo en las aulas de clases se perciben las malas prácticas, sino también en los diversos espacios físicos de la institución. Tal es el caso de los residuos sólidos urbanos, en donde se observa que no se lleva a cabo la clasificación de la basura, aun teniendo en algunos espacios los contenedores con la clasificación de colores. Con relación al agua, el desperdicio es recurrente. Ya se han implementado algunas medidas y acciones con materiales que aportan al cuidado del agua; sin embargo, hace falta la automatización en el bombeo y cierre de llaves para evitar los desperdicios.

En este trabajo, se presenta un modelo de espacio inteligente para una infraestructura física del Instituto Tecnológico de Acapulco (aula de clases perteneciente al edificio 700's de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales), el cual se evalúa a través de los instrumentos de encuesta y entrevista con el objeto de conocer la factibilidad del desarrollo e implantación en el instituto; además, de realizar una propuesta estratégica que aporte al ahorro energético, el control y la seguridad de los recursos con amplias posibilidades de impacto de desarrollo sustentable. Con esta evaluación se da a conocer la factibilidad de desarrollo del proyecto para su posible implementación en la institución. Y se deducen también, las opiniones de los informantes clave y/o conocedores ambientalista de instituciones públicas del Estado de Guerrero, respecto a la promoción y difusión de proyectos de desarrollos tecnológicos sustentables para su implementación en instituciones educativas que aporten en el ahorro energético y el cuidado del medio ambiente.

### **Objetivos del trabajo de estudio**

El objetivo general de este trabajo, fue evaluar el modelo de espacio inteligente diseñado con tecnologías innovadoras para aportar al ahorro energético, al control y seguridad de los recursos contenidos en dicho espacio modelado; y a partir de los resultados presentar una propuesta estratégica de desarrollo sustentable para el Instituto Tecnológico de Acapulco. Además, de conocer la factibilidad de diseño, desarrollo e implantación de este modelo para su implementación en otras instituciones educativas del Municipio de Acapulco, Guerrero.

El cumplimiento del objetivo general, tomó en consideración los siguientes objetivos específicos: a) Se diseñó y aplicó el instrumento de encuesta a una muestra de la comunidad tecnológica con el objeto de conocer la factibilidad de desarrollo e implantación en el Instituto Tecnológico de Acapulco. b) Se diseñó y aplicó una entrevista de opinión a conocedores ambientalistas de otras instituciones públicas para conocer la factibilidad de diseño, de desarrollo e implantación en las instituciones educativas del Municipio de Acapulco, Guerrero. c) Presentar una propuesta estratégica de desarrollo tecnológico sustentable de aporte al ahorro energético, al control y seguridad de los recursos para infraestructuras físicas haciendo uso de las tecnologías emergentes de la información y comunicación; con posibilidades de impacto en el cuidado del medio ambiente.

### **Referentes teóricos**

El avance de la tecnología y la competitividad, exigen la transformación de los procesos y procedimientos, mismos que tienden a mejorar los paradigmas o modelos de producción en los que se desenvuelve los seres humanos. Un modelo que se transforma, toma en consideración métodos y técnicas bien definidas, y busca en todo momento incrementar la producción, la rentabilidad y el progreso. La transformación de un modelo que incorpora las tecnologías innovadoras busca la eficiencia de los procesos o actividades, disminuir los costos y el tiempo. Una actividad que se realiza con tecnologías innovadoras también facilita las tareas

En los últimos tiempos la incorporación de las tecnologías está buscando resolver diversos problemas de la sociedad. Las tecnologías están apoyando diversas áreas como la educación, la salud, el cuidado del medio ambiente, entre otras áreas que abarcan las dimensiones del desarrollo sustentable. En la actualidad, las tecnologías son indispensables para contribuir en la resolución de los problemas sociales y uno de los prioritarios es el cuidado del medio ambiente.

El desarrollo sustentable se conceptualiza como el equilibrio entre los aspectos sociales, económicos y ambientales. Es un desarrollo con una visión integral, en el que intervienen tres áreas de igual importancia entre sí: la integridad ecológica, bienestar social y desarrollo económico. La aparición del concepto de desarrollo sustentable y su inclusión en las políticas públicas ha provocado que los países busquen reestructurar sus planes de desarrollo con la finalidad de integrar aspectos ambientales que permitan una armonía entre los aspectos económicos y sociales. Para que esta armonía se lleve a cabo, es necesario recurrir a la innovación y desarrollo tecnológico como el medio necesario para muchos de los problemas actuales y la intervención de la sociedad civil enfocada al impulso tecnológico es determinante para que los propósitos establecidos en los planes de desarrollo sean alcanzados (Reyes *et al.*, 2006).

El concepto de desarrollo sustentable de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin

comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido.

El uso racional y la eficiencia energética, requiere de planes estratégicos que son propios de cada país en virtud de las características locales políticas, económicas, sociales, entre otras, Hernández et al., (2017). La energía es uno de los problemas más acuciantes de nuestra sociedad. El incremento de la eficiencia y el ahorro energético son una tarea colectiva. El sector de las tecnologías de la información puede hacer una gran aportación mediante un uso inteligente y eficaz de los recursos energéticos en sus propias instalaciones, mediante el desarrollo de tecnologías que ayudan a los clientes a reducir sus consumos y mediante la colaboración con el sector energético para mejorar la eficiencia de sus procesos (Duart, 2007).

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 (Bedolla et al., 2019)

Las instituciones educativas pueden liderar la forma deseable de la sociedad completa, por lo que estudiar sus modelos trasciende el ámbito académico. Para el diseño del modelo se deben determinar escenarios y someterlos a un proceso de legitimación (Gutiérrez y Martínez, 2010).

El proyecto de fortalecimiento “Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco”, registrado por el Cuerpo Académico Tecnología y sustentabilidad y aprobado con financiamiento por la Subsecretaría de Educación, se diseñó e implementó en un espacio del edificio 700` s asignado a la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, y considera una propuesta innovadora que incorpora las tecnologías de la información y comunicación, con aporte al ahorro energético, al control y seguridad de los recursos. Este proyecto se promueve como una estrategia de desarrollo sustentable para el instituto y un prototipo evaluado para la puesta en marcha. La propuesta modelo-prototipo se evalúa aplicando los instrumentos de encuesta y entrevista para conocer la factibilidad de desarrollo e implantación en la infraestructura del instituto. Y en un futuro ser presentado institucionalmente como un modelo estratégico de desarrollo sustentable al Tecnológico Nacional de México.

### **Consideraciones de análisis para la evaluación del modelo**

El cumplimiento a los objetivos contempla la evaluación del modelo de espacio inteligente para implementar un proyecto sustentable en una infraestructura física del Instituto Tecnológico de Acapulco como estrategia de desarrollo sustentable y presentar en un futuro una propuesta con acciones de impacto ambiental y económico de manera institucional al Tecnológico Nacional de México. En esta evaluación fueron considerados diversos aspectos tanto del diseño y desarrollo del modelo como el contexto para su implementación y presentación de una propuesta con tecnologías innovadoras para el desarrollo sostenible. Algunas de las consideraciones fue el análisis conceptual de los elementos y recursos contemplados en la ingeniería domótica y del

EVALUACIÓN DE UN MODELO DE ESPACIO INTELIGENTE COMO ESTRATEGIA  
PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS

software; la infraestructura física o espacio modelado, tomando en consideración los elementos de la arquitectura sostenible.

También se consideraron los aspectos sociales y de factibilidad para el desarrollo e implantación de un proyecto que pudiera impactar ambiental y económicamente en una institución del sector educativo. Desde luego la contribución con el cuidado del medio ambiente; con lo que, se busca promover una propuesta de un prototipo modelado con tecnologías emergentes de la información y comunicación para instituciones educativas del Municipio de Acapulco, Guerrero. Por último, la muestra representativa de las personas encuestadas e informantes clave con quienes obtendremos información y consecuentemente los resultados que puedan apoyar la factibilidad del proyecto.

Las consideraciones planteadas por García y Najjar (2014), describen un modelo de Nivel 2 SCOR, en el cual fueron consideradas las siguientes secciones: *Planificación, Aprovevisionamiento, Fabricación, Distribución y Devolución*. Este modelo sirvió de apoyo para llevar a cabo un trabajo de análisis de los impactos de la inclusión de la domótica en los procesos logísticos de construcción, caso de análisis Condominio Casa del Sol.

En la primera sección se identificaron los procesos de planeación general; el aprovisionamiento planteó los modelos para abastecimiento de los recursos del proyecto; en la fabricación, se decide la compra y construcción; en la distribución, se dará a diferencia de los grupos de actividades; y la devolución se realiza por un producto defectuoso o instalaciones que necesiten ser reemplazadas. Este modelo SCOR se sustenta de tres tipos de procesos: *Planificación, Ejecución y Apoyo (Cuadro 1)*.

Cuadro 1. Modelo de análisis de los impactos de la inclusión domótica en los procesos logísticos de construcción

|                   |               | PROCESOS SCOR |                |          |            |                         | CATEGORIA DE LOS PROCESOS |
|-------------------|---------------|---------------|----------------|----------|------------|-------------------------|---------------------------|
|                   |               | Planificar    | Aprovevisionar | Fabricar | Distribuir | Devolver                |                           |
| TIPOS DE PROCESOS | Planificación | P1            | P2             | P3       | P4         | P5                      |                           |
|                   | Ejecución     |               | S1,S2          | M1, M2   | D2         | DR1, DR2, SR1, SR2, SR3 |                           |
|                   | Apoyo         | EP            | ES             | EM       | ED         | ER                      |                           |

Nivel de configuraciones del modelo SCOR, considerado en el análisis de los impactos de la inclusión domótica en los procesos logísticos de construcción. Caso de análisis: Condominio Casa del Sol. Fuente: (García y Najjar, 2014).

## Metodología

La metodología empleada para llevar a cabo el trabajo contempló una investigación mixta de tipo cualitativa y cuantitativa. También se contempló una investigación documental con enfoque de campo. En la investigación cuantitativa, Monge (2011) deduce que esta metodología es la medida



y la cuantificación de los datos que constituyen el procedimiento empleado para alcanzar la objetividad en el proceso de conocimiento, bajo este enfoque de estudio cuantitativo se diseñaron y llevaron a cabo encuestas que permitieron las mediciones de los aspectos o criterios evaluados y con ello ofrecer resultados objetivos respecto a las respuestas de la muestra.

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 y Pérez (2007). Respecto a este concepto, se diseñó y aplicó una entrevista de opinión a informantes clave conocedores ambientalistas, a profesores, estudiantes implicados en proyectos de investigación y a directivos tomadores de decisiones del Instituto Tecnológico de Acapulco para conocer respecto al desarrollo e implementación del proyecto con tecnologías innovadoras que podría aportar al ahorro energético, el control y la seguridad de los recursos y que podría impactar ambiental y económicamente en las instituciones educativas.

En primera instancia se llevó a cabo una investigación documental, en donde se realizaron investigaciones de referentes teóricos para llevar a cabo un análisis conceptual de los elementos y recursos considerados en el diseño modelado; además, de analizar el contexto de la aplicación de un proyecto de diseño de espacios inteligentes que pudiera implementarse en los espacios habitables, para este caso se ha contemplado también la aplicación de la arquitectura sostenible con la finalidad de proyectar un prototipo en la infraestructura de una institución educativa.

El contexto de investigación para proyectar el modelo de espacio inteligente fue el Instituto Tecnológico de Acapulco, institución de educación superior y posgrado dependiente del Tecnológico Nacional de México. Para ello, se diseñaron y aplicaron los instrumentos de encuesta y entrevista a estudiantes, profesores y directivos de la institución para conocer la factibilidad de desarrollo e implantación de un proyecto con estrategia de cuidado ambiental enfocado al ahorro energético, el control y seguridad de los recursos para una infraestructura modelada con ingeniería domótica y de software. También se aplicó una entrevista a conocedores ambientalistas de otras instituciones públicas con la finalidad de conocer la factibilidad de poder implementar un proyecto de desarrollo sustentable y en el que su desempeño y eficiencia impactara ambiental y económicamente para otras instituciones públicas del sector educativo.

La Cruz y Otazú (2018), consideran que emprender la implementación conlleva en poner en práctica todos los conceptos descritos y al presentar el sistema como un todo se verá las implicaciones que se tiene al implementar el sistema en un proyecto en una vivienda multifamiliar. Finalmente se observará el correcto funcionamiento de cada parte del sistema mediante la elaboración de una maqueta utilizando la tecnología de fabricación digital que el Centro de innovación Tecnológica dispone.

Se plantea la integración del sistema domótico propuesto en la vida real mediante la realización de una maqueta de una vivienda multifamiliar. Para ello, se tiene que tomar en cuenta cada una de las partes del sistema como unidades de control y definir los modos y acciones de control posibles para la verificación del funcionamiento y factibilidad del sistema. El análisis de costos comprende el material necesario para el diseño e implementación del sistema domótico. Abarca costos de software y hardware, así como los materiales de apoyo para la instalación íntegra del sistema. La evaluación para la implementación del sistema que contempla diferentes necesidades.

Retomando estos modelos, conceptualizaciones y referentes técnicos, se contemplaron para este trabajo, evaluar integralmente el proyecto desarrollado, desde los análisis de los recursos, el

diseño, el desarrollo, la implantación, el aporte al ahorro energético, el control y la seguridad de los recursos; adicionalmente, la visión de impacto ambiental y económico para promover una propuesta modelo-prototipo para las instituciones del sector educativo.

En la **Ilustración 1**, se representa el esquema metodológico que fue considerado para el desarrollo del trabajo, con sus especificaciones que describen a cada una de las fases contempladas en la investigación: 1) *Análisis documental y descriptivo del Modelo*, 2) *Evaluación del Modelo de espacio inteligente*, 3) *Análisis de los resultados* y 4) *Propuesta del Modelo de desarrollo sustentable*.

Ilustración 1. Esquema metodológico del proceso de desarrollo del trabajo “Evaluación de un modelo de espacio inteligente como estrategia para el desarrollo sustentable en instituciones educativas”



Fases de desarrollo del trabajo en el que se evalúa el Proyecto: Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco “.  
Elaboración propia.

### **Primera Fase. Análisis documental y descriptivo del Modelo**

En esta primera fase de desarrollo del trabajo de investigación, se llevó a cabo en primera instancia una investigación de los referentes teóricos y contextuales; para ello, se realizaron tablas descriptivas de los elementos y recursos considerados en el diseño del modelo. Dentro de este análisis se revisó la literatura de los trabajos científicos, relacionados con el proyecto en cuestión, con el objeto de conocer las metodologías y técnicas implementadas; y que podrían tomarse como referencias.

También se revisaron los aspectos técnicos, conexiones y funcionalidades del modelo, y que de alguna u otra forma presentan aportes importantes en el ahorro energético y consecuentemente en el cuidado del medio ambiente. Por último y apoyado en las metodologías para estudios de proyectos, se realizó una investigación documental respecto al contexto de estudio; así como, de las temáticas de cuidado del medio ambiente con enfoque de desarrollo sustentable que impactan ambiental y económicamente en las instituciones educativas.

Se revisaron documentos del Tecnológico Nacional de México para conocer los objetivos y líneas de acciones que se establecen y que se persiguen en el Programa Institucional de Desarrollo, específicamente de proyectos de desarrollo sustentable y tecnologías innovadoras. Además, y considerando el protagonismo que tienen las instituciones educativas respecto a la responsabilidad en cuestiones sustentables y de cuidado del medio ambiente, se revisó el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 planteado por el Gobierno Federal. En este análisis documental y bibliográfico se identificaron y clasificaron las conceptualizaciones del Proyecto tecnológico sustentable y el sector educativo del TecNM.

### **Segunda Fase. Evaluación del Modelo de espacio inteligente**

En esta segunda fase de desarrollo del proyecto de investigación, se llevó a cabo un trabajo de campo con la finalidad de recolectar datos e información relacionada con el diseño, el desarrollo e implantación de un modelo de espacio inteligente que incorpora las tecnologías innovadoras. Esto es evaluar la factibilidad de desarrollar e implementar un proyecto estratégico de aporte al ahorro energético, el control y la seguridad de los recursos para contribuir con el desarrollo sustentable y de impacto ambiental y económico en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

Para llevar a cabo la evaluación del modelo, se diseñaron y aplicaron los instrumentos de encuesta y entrevista. Las encuestas contemplaron los aspectos y dimensiones del desarrollo sustentable, así como la factibilidad de desarrollo e implementación de proyectos sustentables que incorporan las tecnologías de la información y comunicación.

Los aspectos/criterios e indicadores considerados para este estudio fueron: la factibilidad para el diseño, el desarrollo e implantación de proyectos tecnológicos sustentables en instituciones del sector educativo (indicadores: existencia de proyectos tecnológicos sustentables en el ITA, incursión de la investigación en proyectos o estudios con enfoque de desarrollo sustentable en el ITA, análisis y factibilidad de proyectos-estudios sustentables en instituciones educativas: ITA-TecNM y financiamiento de proyectos tecnológicos sustentables en instituciones educativas); el impacto ambiental y económico de proyectos tecnológicos sustentables (indicadores: gestión de la energía eléctrica, disminución de los costos económicos, seguridad de los recursos e impacto/desarrollo sustentable); y, desempeño del proyecto: Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco (indicadores: ahorro energético y disminución de los gastos económicos, seguridad y confort, cuidado ambiental e infraestructura sostenible, y eficiencia/desempeño).

En el **Cuadro 2**, se describen de manera general los aspectos/criterios e indicadores de estudio considerados en el trabajo de investigación que evalúa el modelo de espacio inteligente desarrollado y presentado por el Cuerpo Académico: Tecnología y Sustentabilidad, y que tiene como finalidad conocer la factibilidad para el desarrollo e implementación de este modelo-prototipo en la infraestructura del Instituto Tecnológico de Acapulco.

EVALUACIÓN DE UN MODELO DE ESPACIO INTELIGENTE COMO ESTRATEGIA  
PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Cuadro 2. Aspectos e indicadores contemplados para el estudio que evalúa el proyecto: Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco

| Aspectos/Criterios de Evaluación   | Indicadores de estudio considerados en la evaluación del modelo  |
|--|--|
| Factibilidad para el diseño, el desarrollo e implantación de proyectos tecnológicos sustentables en instituciones del sector educativo         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de proyectos tecnológicos sustentables en el ITA</li> <li>• Incursión de la investigación en proyectos o estudios con enfoque de desarrollo sustentable en el ITA</li> <li>• Análisis y factibilidad de proyectos-estudios sustentables en instituciones educativas: ITA-TecNM</li> <li>• Financiamiento de proyectos tecnológicos sustentables en instituciones educativas</li> </ul> |
| Impacto ambiental y económico de proyectos tecnológicos sustentables   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de la energía eléctrica</li> <li>• Disminución de los costos económicos</li> <li>• Seguridad de los recursos</li> <li>• Impacto/desarrollo sustentable</li> </ul>   |
| Desempeño del proyecto: Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorro energético y Disminución de los gastos económicos</li> <li>• Seguridad y Confort</li> <li>• Cuidado ambiental e Infraestructura sostenible</li> <li>• Eficiencia/Desempeño</li> </ul>  |

Clasificación de aspectos e indicadores contemplados en la investigación. Fuente: Elaboración propia.

También se realizó un trabajo de campo, para lo cual, se diseñó, elaboró y aplicó una entrevista de opinión general a conocedores ambientalistas de otras instituciones públicas con el objeto de conocer opiniones de expertos en temáticas ambientales; se aplicó también a profesores, estudiantes y directivos del Instituto Tecnológico de Acapulco para tener diferentes puntos de vista respecto a la factibilidad de desarrollar e implementar proyectos de desarrollo sustentable con tecnologías innovadoras y de impacto ambiental en las instituciones del sector educativo. 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).

### Tercera Fase. Análisis de los resultados

En esta tercera fase de desarrollo del trabajo de investigación, se presentan los resultados del procesamiento de las encuestas realizadas; así como, las deducciones generadas por las opiniones de los informantes clave. Los resultados de la evaluación del desempeño del proyecto estratégico de desarrollo sustentable presentan los informes mediante gráficas de barras que permiten la facilidad de lectura y comprensión. Estos resultados obtenidos tanto de las encuestas como de las entrevistas permiten identificar también las áreas de oportunidad que se deben atender, definir las conclusiones de la investigación y la determinación de las decisiones, respecto a la factibilidad para el diseño, el desarrollo e implantación del proyecto tecnológico con estrategia de desarrollo

sustentable para las instituciones del sector educativo; para el estudio en cuestión, se contempla la factibilidad de este proyecto para el Instituto Tecnológico de Acapulco. También se analizan y presentan los resultados de forma gráfica del aspecto de impacto ambiental y económico del proyecto tecnológico sustentable, siendo uno de los resultados de interés debido a la gestión de los recursos y factores de impacto ambiental que minimicen los gastos y orientando la atención de gestión, con enfoque de desarrollo sustentable. Por último, se presentan los resultados de la evaluación del desempeño del proyecto, en donde se deduce la eficiencia del modelo de espacio inteligente considerando los indicadores de ahorro energético, la seguridad de los recursos, el confort, el cuidado ambiental, la disminución de los gastos económicos y la infraestructura física modelada con arquitectura sostenible.

#### **Cuarta Fase. Propuesta del Modelo de desarrollo sustentable**

En esta última fase de desarrollo del trabajo de investigación, se tomaron en consideración los resultados y deducciones presentados en la tercera fase del trabajo. Estas deducciones y resultados obtenidos se contrastaron con los objetivos y la hipótesis de investigación con lo que, se busca determinar el impacto ambiental y económico de un proyecto que puede tener la viabilidad y factibilidad de diseño, desarrollo e implantación. Derivado de la evaluación, se presenta una propuesta de modelo-prototipo que podría implementarse en la infraestructura del Instituto Tecnológico de Acapulco. La propuesta fue presentada a los directivos de la institución, teniendo resultados satisfactorios. Además, y de acuerdo con las opiniones de los informantes clave, este modelo podría proponerse también en un futuro, para otras instituciones del sector educativo; en una segunda instancia y de manera institucional para el Tecnológico Nacional de México.

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).

#### **La población y la muestra**

##### **La población**

La población es fundamental para los procesos de estudios y determinante para llevar a los resultados. En este estudio se contemplaron estudiantes con conocimiento y participaciones en investigaciones básicas, los profesores que han participado o colaborado en al menos un proyecto de investigación y los directivos de la comunidad del Instituto Tecnológico de Acapulco; además, se contemplaron a conocedores ambientalistas de otras instituciones públicas.

En el estudio se tomó en consideración el proyecto “Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco”, registrado por el Cuerpo Académico: Tecnología y sustentabilidad, clave del CA: ITACA-CA-6 de la carrera de ISC del ITA y aprobado con financiamiento por la Subsecretaría de Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública. El proyecto para el Fortalecimiento de Cuerpos Académicos se inició el 16 de julio de 2019 y concluyó en 15 de julio de 2020, consistió en implementar en una infraestructura física del ITA, un modelo-prototipo para espacios inteligentes diseñado con

ingeniería domótica y de software que aportara al ahorro energético, el control y seguridad de los recursos como una estrategia de desarrollo sustentable y que impactara ambiental y económicamente en una institución de educación superior.

### La muestra

La representatividad define el tamaño de la muestra y el procedimiento. Existen diversos criterios para estimar la muestra. Se consideró el criterio con las posibilidades de tiempo y los recursos existentes. La muestra, se basó en las conceptualizaciones de referentes teóricos, en las metodologías de trabajos relacionados y en las métricas que determinan la proporción y poblaciones. En la muestra, se consideraron estudiantes con conocimientos básicos y con participación en proyectos de investigación para ello, se tomaron a estudiantes de ISC que han realizado proyectos de residencias y cursado las materias de Taller de Investigación I y II durante los periodos de agosto-diciembre 2019 y enero-junio 2020. La muestra fue de 70 estudiantes de una matrícula de 150 que equivale a un 46.66% del total de estudiantes de ISC quienes contestaron la encuesta. Se consideró también a profesores participantes en las materias de Taller de Investigación I y II, a conocedores ambientalistas, y participantes-colaboradores en proyectos de investigación; de 235 profesores, solo el 15% tienen las características anteriormente descritas y corresponden a 35 profesores, de estos profesores solo fueron contemplados 10 de ellos que corresponde a un 28.57%. Los directivos tomadores de decisiones del ITA son 26; solo se contemplaron a 10 de ellos que corresponde a un 38.46%. Los conocedores ambientalistas de otras instituciones públicas que se consideraron fueron 10. Estas personas se consideraron también para la entrevista de opinión.

Con fundamento en los modelos estadísticos, se determinó la representatividad de la muestra para la recolección de la información. De una población estratégica se obtuvo la muestra que se contempla con un mayor grado de confianza. La población considerada fue de 221 personas, de los cuales se tomaron 100 de acuerdo con la distribución descrita, es decir el 45.24% del total de la población. Por tanto, la determinación del margen de error es menor y el grado de confianza es mayor para los resultados. La precisión de los resultados se encuentra por encima de lo estimado estadísticamente (**Tabla 1**).

Tabla 1. Población y muestra considerada en el trabajo de investigación: Evaluación de un modelo de espacio inteligente como estrategia para el desarrollo sustentable en instituciones educativas

| Informantes clave    | Población  | %             | Muestra    | Hombres   | Mujeres   |
|----------------------|------------|---------------|------------|-----------|-----------|
| CA-OIP               | 10         | 100%          | 10         | 4         | 6         |
| P-ITA                | 35         | 28.57%        | 10         | 5         | 5         |
| DIR                  | 26         | 38.46%        | 10         | 7         | 3         |
| E-INV                | 150        | 46.66%        | 70         | 48        | 22        |
| <b>T-EIC-ITA-OIP</b> | <b>221</b> | <b>45.24%</b> | <b>100</b> | <b>64</b> | <b>36</b> |

CA-OIP=Conocedores Ambientalistas de otras Instituciones Públicas; P-ITA=Profesores participantes/colaboradores en Investigación y asignaturas de Taller de Investigación; DIR=Directivos tomadores de decisiones del ITA; E-INV=Estudiantes que han participado y colaborado en investigación y tomado las asignaturas de Taller de Investigación. T-EIC-ITA-OIP=Total de Encuestado-Informantes Clave del ITA y otras Instituciones Públicas. Fuente: Elaboración propia.

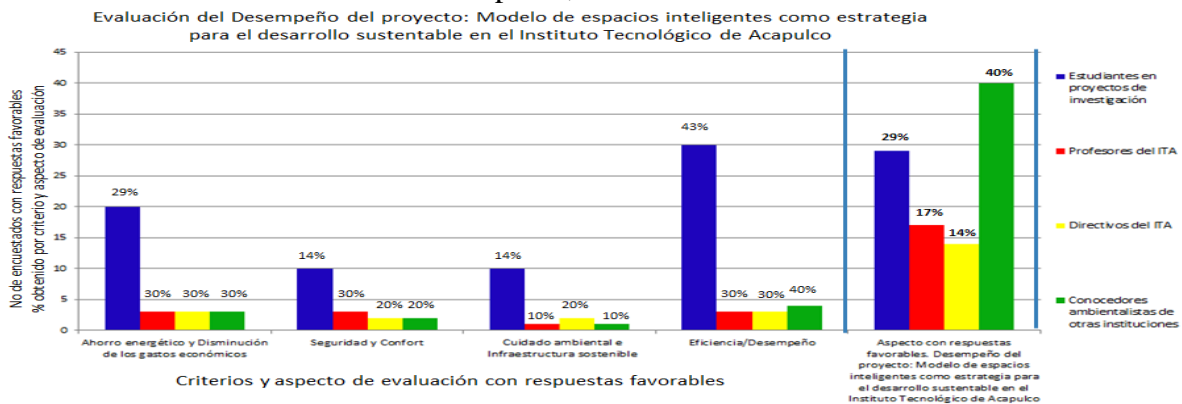
El estudio se centralizó en el conocimiento de las variables y aspectos de objeto de estudio: Evaluación de un modelo de espacio inteligente como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco, desarrollado mediante el proyecto de fortalecimiento del Cuerpo Académico: Tecnología y Sustentabilidad. Dentro de este trabajo, se evaluaron los aspectos con sus respectivos objetos de estudio: Desempeño del proyecto: Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco; Impacto ambiental y económico de proyectos tecnológicos sustentables y Factibilidad para el diseño, el desarrollo e implantación de proyectos tecnológicos sustentables en instituciones del sector educativo.

## Resultados

Los resultados obtenidos de la evaluación del modelo de espacio inteligente, demostraron que el proyecto tiene un desempeño favorable con 40% de eficiencia. En este aspecto, se contemplaron los siguientes indicadores: Ahorro energético y disminución de los gastos económicos, porque se aporta al ahorro y gestión de la energía. La seguridad y confort, debido al control de los recursos contenidos y la comodidad dentro del espacio modelado. El indicador de cuidado ambiental e infraestructura sostenible, consideró la ingeniería domótica y del software buscando la automatización de los actuadores. Con estos indicadores se logró demostrar la eficiencia del desempeño del proyecto: Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco; implementado en una infraestructura del edificio 700's designado para la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales.

La **Gráfica 1**, presenta los resultados del aspecto evaluado: desempeño del proyecto: Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco; así como, los resultados específicos de cada indicador considerado para este aspecto.

Gráfica 1. Resultados de la evaluación del desempeño del proyecto: Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco, ITA/TecNM



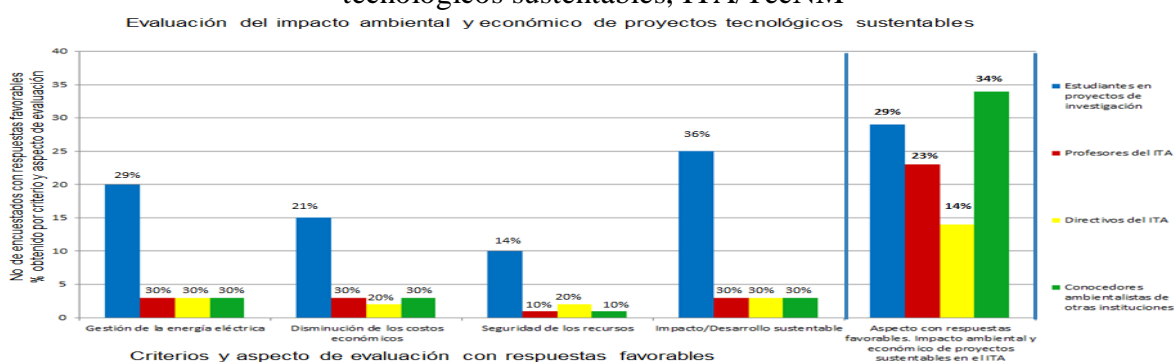
Sección de resultados de los indicadores del aspecto evaluación del desempeño del proyecto con tecnología sustentable.

## EVALUACIÓN DE UN MODELO DE ESPACIO INTELIGENTE COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Con respecto a la evaluación del impacto ambiental y económico, el resultado obtenido con base en las encuestas fue del 34%. Los indicadores contemplados para este aspecto fueron la gestión de la energía eléctrica considerada como factor de impacto, la disminución de los costos económicos que impactan directamente en los gastos de la institución, la seguridad de los recursos que se contienen dentro del espacio y que se refleja en un mayor tiempo de vida útil, y el impacto de desarrollo sustentable, que podría percibirse en una comunidad del sector educativo.

En la **Gráfica 2**, se especifican los resultados de la valoración del aspecto: Evaluación del impacto ambiental y económico de proyectos tecnológicos sustentables. Y se especifican también los indicadores contemplados para este aspecto.

**Gráfica 2. Resultados de la evaluación del impacto ambiental y económico de proyectos tecnológicos sustentables, ITA/TecNM**



Sección de resultados de los indicadores del aspecto impacto ambiental y económico del proyecto tecnológico sustentable.

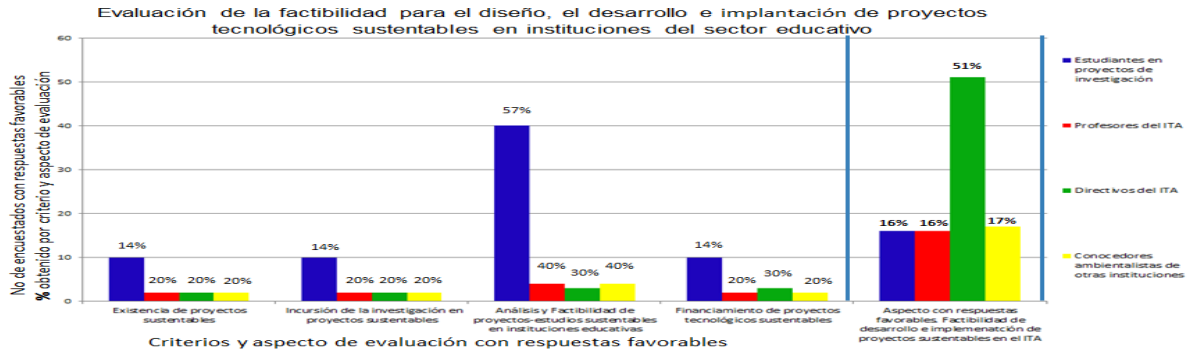
La evaluación de la factibilidad de diseño, desarrollo e implantación de un proyecto sustentable en la infraestructura del Instituto Tecnológico de Acapulco fue de un 51%. Para este aspecto de evaluación se contemplaron los siguientes indicadores: la existencia de proyectos sustentables, para identificar trabajos o estudios realizados y puestos en marcha en la institución educativa del TecNM, la incursión de la investigación en proyectos tecnológicos sustentables, debido al protagonismo y el llamado que tienen las instituciones de educación superior y posgrado de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo del Gobierno Federal.

El financiamiento de proyectos tecnológicos sustentables, en donde se buscaba conocer la participación y colaboración de los profesores y estudiantes en proyectos o estudios registrados con financiamientos tanto por el sector empresarial privado como de las convocatorias gubernamentales.

La **Gráfica 3**, representa los resultados de la evaluación del aspecto: Factibilidad para el diseño, el desarrollo e implantación de proyectos tecnológicos sustentables en instituciones del sector educativo. Además, de la valoración de los indicadores específicos y considerados para este aspecto de evaluación.



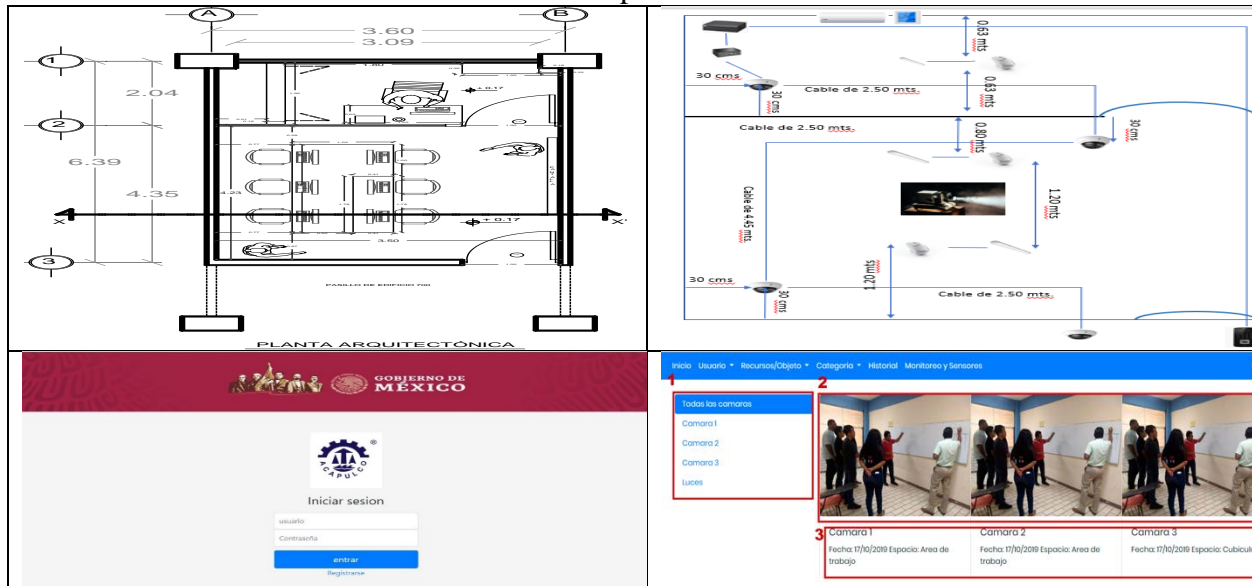
Gráfica 3. Resultados de la evaluación de la factibilidad para el diseño, el desarrollo e implantación de proyectos tecnológicos sustentables en instituciones del sector educativo, ITA/TecNM



Sección de resultados de los indicadores del aspecto factibilidad para el desarrollo e implantación del proyecto sustentable.

En la **Ilustración 2**, se presentan los modelos arquitectónicos y de conexión que se definen a través de la ingeniería domótica y del software considerado para el modelo del espacio inteligente como estrategia para el desarrollo sustentable con aporte al ahorro energético, la seguridad y el control de la información desarrollado e implementado en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

Ilustración 2. Diseño de los planos arquitectónicos, de conexiones de elementos y recursos electrónicos a través de la ingeniería domótica y del software del proyecto: Modelo de espacios inteligentes como estrategia para el desarrollo sustentable en el Instituto Tecnológico de Acapulco



Diseño y desarrollo del proyecto modelado con ingeniería domótica y software en el edificio 700's de ISC del ITA. ITACA-CA-6.

## EVALUACIÓN DE UN MODELO DE ESPACIO INTELIGENTE COMO ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Otro de los resultados obtenidos fue la propuesta de diseño de un espacio inteligente con tecnologías innovadoras para el cuidado del medio ambiente y estratégica para el desarrollo sustentable, implementado en sus primeras fases en la infraestructura del edificio 700`s designado a la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. La cual se presenta como un modelo prototipo para su desarrollo e implantación en otros espacios del Instituto Tecnológico de Acapulco. Y se impulsa también esta propuesta modelo-prototipo para otras instituciones educativas del TecNM y del Municipio de Acapulco, Guerrero; en donde podrían impactar ambiental y económicamente (**Ilustración 3**).

Ilustración 3. Modelo de espacio inteligente como estrategia para el desarrollo sustentable. Propuesta innovadora de aporte al ahorro energético y de impacto ambiental para instituciones educativas



Propuesta de Modelo-Prototipo, con tecnología domótica y software como estrategia para el desarrollo sustentable en el ITA.

La percepción de los informantes clave: conocedores ambientalistas, tanto del Instituto Tecnológico de Acapulco como de otras instituciones públicas del Municipio de Acapulco, manifestaron las siguientes deducciones: en primer término, las instituciones de educación superior y posgrado son protagonistas al llamado del gobierno federal con base en los planteamientos de los últimos sexenios establecidos en los Planes Nacionales de Desarrollo de México para emprender acciones y proyectos de cuidado ambiental para contribuir con el desarrollo sostenible. Con respecto al desempeño del modelo presentado pudiera ser factible su implantación si se tienen los apoyos y se consiguen los financiamientos necesarios; para ello, es importante que la institución establezca los acuerdos de colaboración que permitan la vinculación con el sector productivo empresarial público y privado y desde luego atender las convocatorias al respecto. El desempeño del proyecto, se considera eficiente por el hecho de incursionar en la investigación, por la participación y colaboración de profesores y estudiantes de la institución al integrarse en estos estudios y proyectos. Además, por el emprendimiento de diseño, de desarrollo y la implantación de un modelo-prototipo con estrategias de desarrollo sustentable, que puede impactar ambiental y económicamente en el Instituto Tecnológico de Acapulco.

Por último, por considerarse como una propuesta de desarrollo regional estratégica de modelo de espacio inteligente con amplias posibilidades de implementarse no solo en instituciones de nivel superior, sino para todos los niveles educativos, y un segmento o comunidad de estudio podría ser el Municipio de Acapulco, Guerrero.

## Conclusiones

La contribución del Instituto Tecnológico de Acapulco en proyectos enfocados al cuidado del medio ambiente, permitirá la promoción de acciones estratégicas objetivas con amplias posibilidades de impacto ambiental y económico para la misma institución. Además, de promover una propuesta de desarrollo sustentable para la institución mediante un prototipo puesto en marcha que se evaluó satisfactoriamente y que pudiera dar la pauta para su implantación en otras instituciones del Tecnológico Nacional de México.

La evaluación del modelo de espacio inteligente permitió documentar una propuesta de factibilidad para implementar el diseño estratégico de desarrollo sustentable en una infraestructura física del ITA. En esta evaluación realizada se generó un resultado del 51% de factibilidad de desarrollo e implantación, un 40% de efectividad y eficiencia respecto al desempeño y un 34% que impacta ambiental y económicamente. Por tanto, el proyecto presentado tiene viabilidad para su puesta en marcha, podría impactar ambiental y económicamente, y servir como prototipo o modelo para su desarrollo e implantación en la infraestructura del instituto, y una propuesta institucional para el Tecnológico Nacional de México.

Respecto a las opiniones de los informantes clave, se pudieron identificar diversos aspectos y valores que deberían contemplarse por la comunidad al desarrollar proyectos sustentables con tecnologías innovadoras, como la responsabilidad que deben asumir las instituciones de educación superior y posgrado, en donde la incursión en la investigación de proyectos tecnológico sustentable y la participación multidisciplinaria es transcendental. También se dio a conocer el panorama respecto a la concentración de estudiantes que se tiene en las instituciones educativas; siendo estas protagonistas, en las que se deben implementar estas acciones estratégicas de cuidado ambiental y en donde se tendrían impactos tanto económicos como ambientales.

El desarrollo e implantación del prototipo de diseño de espacio inteligente con apoyo de las tecnologías innovadoras con aporte al ahorro energético, el control y la seguridad de los recursos permitió experimentar la combinación de diversas áreas de estudio en un proyecto de investigación estratégico para el desarrollo sustentable. Se trabajó haciendo uso de los elementos y recursos electrónicos combinando las áreas de la arquitectura sostenible, la ingeniería domótica y de software.

Todo ello permitió la construcción y conclusión de un proyecto multidisciplinario. Un proyecto de investigación que fue diseñado, desarrollado y evaluado mediante instrumentos técnicos y científicos conllevan a la toma de decisiones. Y de acuerdo con los resultados obtenidos, se consideran alternativas que pudieran llevar a la implementación o mejora de sus fases. Un proyecto que contempla una metodología científica para su desarrollo y una evaluación satisfactoria es considerado un proyecto completo que tiende a la implementación y puesta en marcha.

## Bibliografía

- 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.
- Bedolla-Solano, J.J., Bedolla, R. y Castellanos, C. (2019) Soluciones automatizadas de impacto ambiental como estrategia para el desarrollo sustentable. Publicado In: Impactos ambientales, gestión de recursos naturales y turismo en el desarrollo regional. UNAM y AMECIDER, A.C, Ciudad de México.
- Bedolla-Solano, J.J., Bedolla-Solano, S. y Palacios-Ortega, R. (2020) Modelo de espacios inteligentes para instituciones educativas. Manual de Referencia para el Diseño/Desarrollo de un Modelo de Espacio Inteligente con Ingeniería Domótica y de Software. Editorial Académica Española. España.
- Blasco, M. J. y 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>. Acceso: 30 de noviembre 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.
- Duart-Belloque, V. (2007) Eficiencia y ahorro energético: contribución del sector de las tecnologías de la información. Universia Business Review. España, (13) pp. 116-127. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43301309>. Acceso: 18 de julio del 2020.
- García, N. y Najjar, D. (2014) Análisis de los impactos de la inclusión de la domótica en los procesos logísticos de construcción, caso de análisis Condominio Casa del Sol. Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. Colombia.
- 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.
- Hernández, J.C; Pinto, A.D., González, J.A., Pérez, N.A., Torres, J.M. y Rengel, J.E. (2017) Nuevas estrategias para un plan de uso eficiente de la energía eléctrica. Ciencia, Docencia y Tecnología, 28(54). Pp. 75-99. Concepción del Uruguay, Argentina.
- La Cruz, J. y Otazú, A.A. (2018) Diseño e implementación de un sistema domótico utilizando plataformas de desarrollo como controlador. Trabajo de investigación para optar el Título

- Profesional de Ingeniero Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de Lima. Perú. Disponible en: [http://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/ulima/8026/La\\_Cruz\\_Chac%C3%B3n\\_Jonat%C3%A1n?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/ulima/8026/La_Cruz_Chac%C3%B3n_Jonat%C3%A1n?sequence=3&isAllowed=y). Acceso: 18 de julio del 2020.
- Millán, S. (2014) Metodología y criterios para evaluar la influencia de la domótica y su preinstalación en los edificios en función de los condicionantes constructivos y de la envolvente interior. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid. España. Disponible en: [http://oa.upm.es/32657/1/SUSANA\\_MILLAN\\_ANGLES.pdf](http://oa.upm.es/32657/1/SUSANA_MILLAN_ANGLES.pdf). Acceso: 18 de julio del 2020.
- Ministerio del ambiente. (2012) Política Nacional de Educación Ambiental. Decreto Supremo 017-2012-ED. Perú. Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/politica\\_nacional\\_educacion\\_ambiental\\_amigable\\_11.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/politica_nacional_educacion_ambiental_amigable_11.pdf). Acceso: 02 de diciembre de 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>. 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>. Acceso: 30 de noviembre del 2018.
- PND. (2019) Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Gobierno de México. Ciudad de México. <https://lopezobrador.org.mx/wp-content/uploads/2019/05/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2019-2024.pdf>. Acceso: 04 de julio del 2020.
- Reyes, A.Y., Álvarez, C.L. y Correón, H. (2006) Impulso del desarrollo sustentable mediante el avance tecnológico y la aparición de la sociedad civil. Real Academia Española. UNAM. [www.rad.com](http://www.rad.com). Disponible en: <https://www.oei.es/historico/memoriasctsi/mesa6/m06p04.pdf>. Acceso: 18 de julio de 2020.
- 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>. Acceso: 23 de julio del 2019.
- Reyes, F. y Bravo, M.T. (2008) Educación Ambiental para la sustentabilidad en México Aproximaciones conceptuales, metodológicas y prácticas. Universidad de ciencias y Artes de Chiapas UNICACH. Primera edición. México. P. 255.
- Tecnológico Nacional de México. (2019) Programa de Desarrollo Institucional PDI 2019-2024. Secretaría de Educación Pública. [www.tecnm.mx](http://www.tecnm.mx). Disponible en: [https://acapulco.tecnm.mx/wp-content/uploads/pdi/PDI-TecNM-2019-2024\\_opt.pdf](https://acapulco.tecnm.mx/wp-content/uploads/pdi/PDI-TecNM-2019-2024_opt.pdf). Acceso: 17 de julio del 2020.

EVALUACIÓN DE UN MODELO DE ESPACIO INTELIGENTE COMO ESTRATEGIA  
PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS

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.

UNESDOC. (2005) Biblioteca Digital, WWW.ENESCO.ORG. Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible, 2005-2014: El decenio en pocas palabras. París Francia. Disponible en: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141629\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000141629_spa). Acceso: 05 de julio de 2019.