

## LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA TRANSFORMANDO EL ENTORNO CON UN ENFOQUE SUSTENTABLE

K. L. Avilés Coyoli<sup>1</sup>  
O. Castellanos Hernández<sup>2</sup>  
S. Barranco Hernández<sup>3</sup>  
L. I. Martínez Solís<sup>4</sup>

### RESUMEN

La educación superior representa un elemento fundamental en la adquisición de una cultura de la sustentabilidad. Las competencias que los futuros profesionistas adquieran contribuirán al desarrollo de acciones a favor del entorno en su vida profesional y cotidiana. Derivado del contexto anterior en 2013, surgió al interior del Instituto Tecnológico de Tláhuac (ITT), ubicado en la Ciudad de México, un proyecto orientado a la formación y liderazgo de la comunidad tecnológica, en relación con el tema de la adquisición de competencias en desarrollo sustentable. Las dos primeras etapas del proyecto se caracterizaron por ser investigaciones de tipo cuantitativo, en donde el objetivo central fue conocer el nivel de competencias de los estudiantes que habían cursado Desarrollo Sustentable. Los insuficientes resultados obtenidos en éstas, originaron que en diciembre de 2013 iniciara la tercera etapa con un grupo piloto de ocho estudiantes. Esta consistió en fortalecer mediante la práctica, la cultura a favor del cuidado del medio ambiente, a través del desarrollo de campañas de concienciación. En 2014 se desarrolló un modelo estratégico para el Programa Verde Institucional EcoTec, propuesto por el grupo que integraron 22 jóvenes de diferentes carreras; se destaca que después de cuatro años de trabajo hay más de 200 estudiantes colaborando con este programa. El proyecto ha sido un detonador en el Instituto de propuestas encaminadas a la mitigación y adaptación al cambio climático, logrando que los futuros ingenieros incluyan acciones de mejora a favor de sus Instituciones y del entorno local.

### ANTECEDENTES

Es urgente que hoy en día, la humanidad responda a las señales que indican que el crecimiento mundial está alcanzando niveles insostenibles, en este sentido, la búsqueda de soluciones políticas, económicas y sociales para alejar al mundo del borde del abismo al que se asoma, implica la formación de individuos para que actúen sustentablemente, teniendo en cuenta la visión sistémica, el pensamiento complejo, la globalización y los principios del desarrollo sustentable.

Por tal motivo, desde la década de los ochenta la educación para el desarrollo sustentable se ha incorporado en los diferentes discursos internacionales como una respuesta ante la crisis ambiental imperante en el planeta tierra consecuencia del actual modelo de desarrollo. Es claro que la educación es un elemento fundamental en la promoción de una cultura de la sustentabilidad, en la que obtener competencias tiene un papel determinante porque capacita a los sujetos para que adquieran y apliquen conocimientos, comportamientos y actitudes a favor del entorno, tanto en su vida cotidiana como a nivel planetario, dado que la enseñanza solo es eficaz cuando se pone en práctica el aprendizaje dentro y fuera del aula (Vega et al. 2007 y Robles, Hernández y Martiñón, 2017).

<sup>1</sup> Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Pachuca. katiacoyoli@gmail.com.

<sup>2</sup> Director del Instituto Tecnológico de Tláhuac. dirección@ittlahuac.edu.mx.

<sup>3</sup> Profesor de Asignatura y Coordinador del Programa Verde EcoTec del Instituto Tecnológico de Tláhuac. viebse@gmail.com.

<sup>4</sup> Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Pachuca. limsolis@yahoo.es.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2002), el término competencia es la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros conocimientos sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz, en dónde el saber se aplica y es susceptible de adecuarse a una diversidad de situaciones y contextos a través de un carácter integrador, abarcando conocimientos, procedimientos y actitudes.

Es así que la educación para el Desarrollo Sustentable (EDS), exige métodos participativos de enseñanza y aprendizaje que motiven a los estudiantes, dotándoles de autonomía con la finalidad de formar personas de una manera integral, preparadas para enfrentar al mercado laboral; pero también para crear condiciones de trabajo que favorezcan la calidad de vida de los seres humanos y en el planeta, al modificar su conducta y facilitar la adopción de medidas a favor de la sustentabilidad. Consecuentemente, la EDS promueve la adquisición de competencias como el pensamiento crítico, la elaboración de hipótesis pensando en el futuro así como la adopción colectiva de decisiones (UNESCO, 2014).

### **La educación superior y el desarrollo sustentable**

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación Ciencia y Cultura (UNESCO), la Educación Superior tiene una gran responsabilidad social en problemas con dimensiones económicas, sociales, científicas y culturales contribuyendo de esta forma al desarrollo sustentable, la paz y el bienestar humano (UNESCO, 2009). Teniendo como marco de referencia lo anterior, los estudiantes universitarios deberían formarse en sus campos de especialización de acuerdo con criterios y valores relacionados con la sustentabilidad. De tal manera que la formación universitaria facilite la comprensión central de la sustentabilidad para transferir esta perspectiva en las futuras actividades profesionales de los egresados (Aznar y Ull, 2009).

En este sentido, diferentes países europeos han implementado en las universidades estrategias orientadas hacia la sustentabilidad, algunos ejemplos son: el programa “Higher Education 21” en la Gran Bretaña, el concurso “Desarrollo Sustentable en Universidades” de Austria; así como la inclusión de la sustentabilidad en todos los planes educativos en los países bajos (Michelsen, 2003). Con base en la investigación de Corcoran y Wals en RITCHER Y SCHUMACHER, 2011, también en Alemania se ha realizado la implementación de la Educación para el Desarrollo Sustentable (EDS) en todos sus planes de estudio. En México, el Tecnológico Nacional de México incorporó al desarrollo sustentable en todos los planes de estudio a nivel licenciatura como asignatura común a partir del año 2009 (SNEST, 2012).

### **Origen del Programa Verde Institucional EcoTec**

En el año 2013 se llevaron a cabo dos investigaciones que permitieron sentar las bases para dar inicio con el Programa Verde Institucional EcoTec; la primera de ellas tuvo como objetivo dar a conocer las competencias adquiridas por los estudiantes del ITT que cursaron la materia de Desarrollo Sustentable a través del Índice de Cultura en Sustentabilidad (ICS). Se aplicaron encuestas (n=254) a estudiantes de las carreras de Ingenierías en sistemas Computacionales, en Electrónica, en Mecatrónica y Arquitectura. Se generó el ICS con valores de 0 a 10 en los conocimientos de cuatro factores: (1) la sustentabilidad, las

dimensiones (2), ambiental, (3), social y (4) económica con tres variables: a) visión profesional y sensibilidad, b) el estilo de vida y acciones para el cuidado del ambiente y c) competencias adquiridas en desarrollo sustentable.

Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en los cuatro factores de estudio con ICS menores a 7. Destaca el ICS promedio en el nivel de competencias adquiridas con un valor de 4.27 con respecto al género no existieron diferencias significativas en el ICS con valores que van de 4.28 a 7.7; se concluyó que en México la educación para el desarrollo sustentable, aún está en sus etapas iniciales, la adquisición de competencias en ésta área debe fortalecerse si se desea contar con profesionistas que posean un pensamiento crítico en relación con la sustentabilidad (Avilés, Armendáriz y Rosano, 2014).

En la segunda investigación, los sujetos de estudio fueron tanto los estudiantes que ya habían cursado la asignatura de Desarrollo Sustentable (DS), como aquellos que estaban en proceso de cursar o no habían cursado la asignatura en el ITT ( $n_1=254$  y  $n_2=483$  estudiantes), los resultados también mostraron serias deficiencias en la estrategia educativa seguida en México para promover la sustentabilidad, principalmente respecto a la generación de competencias y un marcada diferencia entre hombres y mujeres, respecto al interés en la formación profesional asociada a la sustentabilidad.

En relación con los resultados comparativos entre las dos poblaciones ( $n_1$  y  $n_2$ ) en cada uno de los niveles estudiados, respecto al promedio de calificación, se puede observar una gran similitud en ellos, permitiendo afirmar que la integración de la asignatura de DS en los programas de estudio en el Instituto, no está dando los resultados esperados. Es importante destacar que la media obtenida en ambas poblaciones en relación con la adquisición de competencias fue para ( $n_1$ )= 3.6 y para ( $n_2$ )= 4.0; estas calificaciones se encuentran considerablemente por debajo de los niveles: 1) Interés potencial de la sustentabilidad en la formación profesional y, 2) Actitudes hacia un comportamiento sustentable (Avilés, Pérez, Rosano y Nuño, 2015).

Derivado de lo anterior, en este trabajo se da a conocer el desarrollo e implementación del proyecto denominado Programa Verde Institucional, el cual está formado por jóvenes estudiantes del ITT ubicado en la Ciudad de México; como una respuesta para fortalecer en los futuros ingenieros, las competencias y cultura de la sustentabilidad.

## **METODOLOGÍA**

La metodología aplicada en este trabajo se sintetiza en tres etapas fundamentales. Las dos primeras son el resultado del diagnóstico realizado en el ITT para conocer el nivel de competencias adquiridas en desarrollo sustentable en los estudiantes. Los resultados desfavorables dieron origen a la tercera etapa en la que los estudiantes desarrollaron estrategias y acciones específicas para el fortalecimiento de la cultura de la sustentabilidad en su entorno. En este apartado se expone el proceso de desarrollo, implementación y valoración de los resultados obtenidos con el modelo propuesto.

### **Desarrollo e implementación del Programa Verde Institucional EcoTec**

Como primera acción se integró un grupo piloto de quince estudiantes de la carrera de

Ingeniería en Sistemas Computacionales, inicialmente las actividades que llevaron a cabo consistieron en la elaboración de contenedores para residuos sólidos urbanos y el diseño e implementación de una campaña de concientización en el mes de diciembre de 2013; con la finalidad de iniciar el proceso de educación y concientización acerca de la importancia de la separación de residuos sólidos así como el de mantener limpias las instalaciones del Instituto (Figura 1).



**Figura 1. Estudiantes que iniciaron el Programa Verde Institucional EcoTec.**

El 12 de enero del año 2014, por iniciativa de los mismos jóvenes estudiantes se conformó el grupo de trabajo denominado “SumaTec”, con el objetivo de fomentar el cuidado y preservación del medio ambiente en el Instituto, a través del desarrollo e implementación de proyectos verdes desarrollados con material de reciclaje o reúso. A lo largo del año 2014, el proyecto fue evolucionando en diferentes ámbitos, el grupo de trabajo se incrementó a 22 jóvenes de diferentes carreras, quienes después de una sesión de planeación participativa junto con la también recién integrada Academia de Desarrollo Sustentable, el 2 de abril de ese mismo año, eligieron el nombre de Programa Verde Institucional EcoTec.

Cada semana durante el año 2014, los estudiantes llevaron a cabo sesiones de planeación participativa, en las que evaluaban los resultados obtenidos y metas alcanzadas, derivado de las reuniones de trabajo, propusieron realizar otras actividades como: proyectos verdes con material de reúso, campañas visuales en el Instituto, elaboración de contenedores para separar los residuos sólidos orgánicos, campañas de reforestación, campañas sociales, recolección y reciclado de papel, Pet y residuos orgánicos, Limpiatec (iniciativa para limpiar los espacios en el Tecnológico en el que participan todos los estudiantes).

Actualmente EcoTec está integrado por estudiantes que realizan servicio social y Crédito del Cuidado al Medio Ambiente (CCMA), así como docentes que imparten la asignatura de

Desarrollo Sustentable, pertenecientes a distintas academias o departamentos, con el fin de fomentar una conciencia ambiental al interior del Instituto. Como parte del trabajo conjunto que se está generando al interior del instituto el departamento de Ciencias Básicas y EcoTec crean el 7 de marzo del 2014 la Academia de Desarrollo Sustentable para que sumando esfuerzos se fortalezca la generación de acciones y actitudes en beneficio del medioambiente (Figura 2).



**Figura 2. Estudiantes que participan en EcoTec**

### **Modelo del Programa Verde Institucional EcoTec**

Derivado de las actividades realizadas, se diseñó un modelo estratégico por medio del que se estructuraron las acciones y estrategias que se habían llevado a cabo desde que el programa EcoTec diera inicio (Figura 3). El modelo original ha sufrido cambios como consecuencia de su implementación, retroalimentación y mejora continua (García, Quispe y Ráez, 2003) basada en el ciclo planear, hacer, verificar y actuar (PHVA) hasta llegar al modelo actual conformado por 6 módulos (Figura 4).

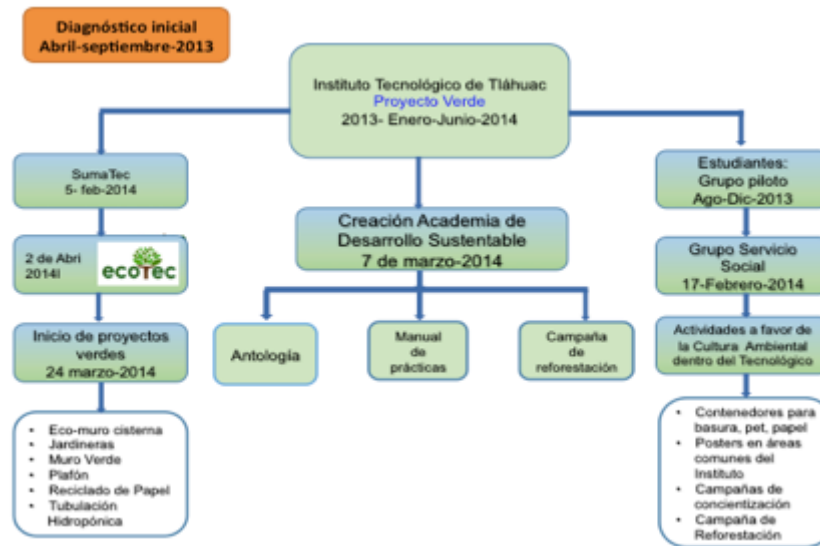


Figura 3. Modelo inicial de Programa Verde Institucional EcoTec

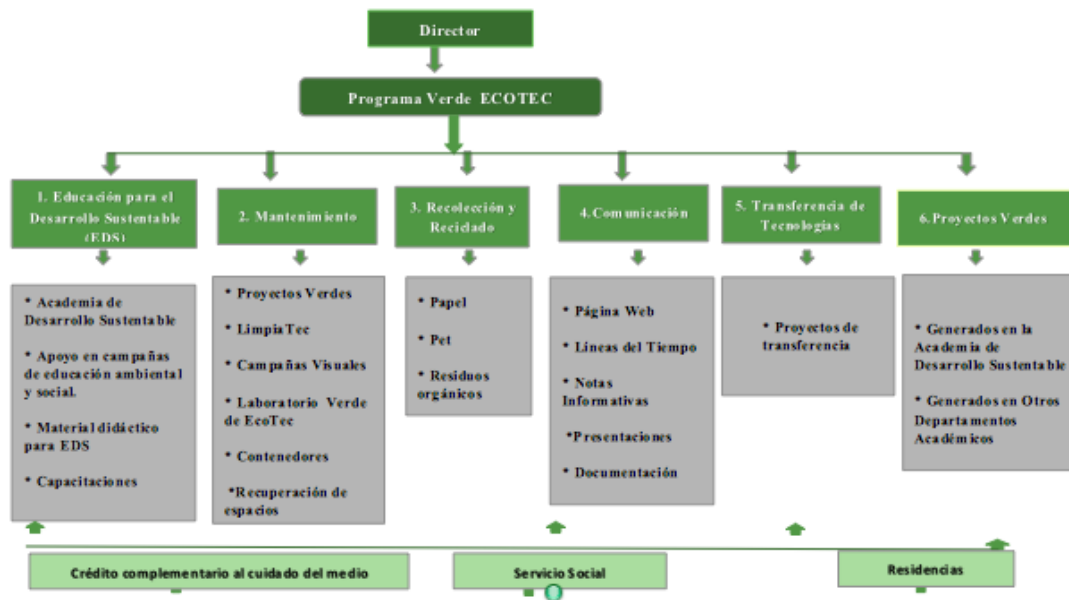


Figura 4. Modelo actual del Programa Verde Institucional EcoTec.

**DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Los resultados obtenidos con la implementación del modelo hicieron necesario el establecimiento de indicadores por medio de los cuales fue posible cuantificar el impacto del programa en la comunidad del Instituto. En la Tabla 1, se observan los valores obtenidos en cada uno de los módulos. Se destaca que estas mediciones se estructuraron en base a las experiencias obtenidas durante el año 2014, cuando el programa EcoTec dio inicio de manera formal en la institución.

Tabla 1. Resultados de los indicadores del modelo 2013-2016

Módulo	Indicador	2013	2014	2015	2016
<b>1. Educación para el Desarrollo Sustentable</b>	1. Número de estudiantes que cursaron y aprobaron el Crédito de Cuidado al Medio Ambiente.	0	0	30	220
	2. Número de estudiantes de Crédito de Cuidado al Medio Ambiente capacitados en el Sistema de Gestión Ambiental	0	0	30	220
	3. Número de campañas de concienciación realizadas a favor del cuidado al medio ambiente	1	6	6	6
	4. Número de campañas sociales realizadas.	0	0	2	4
	5. Número de campañas visuales realizadas a favor del cuidado y preservación de los recursos naturales.	1	1	1	1
	6. Número de eventos académicos realizados para fortalecer la cultura de cuidado al medio ambiente	0	0	2	2
	7. Número de contenedores elaborados para la separación de residuos sólidos urbanos.	6	8	6	-
	8. Número de materiales didácticos de apoyo realizados para la asignatura de Desarrollo Sustentable	0	1	1	2
	9. Campañas de reforestación anuales	0	1	1	1
<b>2. Mantenimiento</b>	1. Número de Limpiatecs llevados a cabo	0	2	4	4
	2. Número de mntenimientos realizados a campañas visuales	0	1	2	2
	3. Número de mantenimientos a contenedores	0	12	12	12
	4. Limpieza de camellón realizadas	0	0	24	30
<b>3. Reciclado</b>	1. Kilogramos de PET recuperados	0	0	203	250
	2. Kilogramos de Papel recuperados	0	0	200	224
<b>4. Comunicación</b>	1. Número de líneas del tiempo elaboradas	0	3	1	1
<b>5. Transferencia de Tecnología</b>	1. Número de proyectos de Transferencia de Tecnología realizados	0	1	2	2
<b>6. Proyectos Verdes</b>	1. Número de proyectos verdes realizados	0	3	8	8

Fuente: elaboración propia

Una vez analizado el incremento en cada uno de los indicadores por año, es posible coincidir con la argumentación de Álvarez y Vega (2009), cuando afirman que las conductas pro-ambientales sólo son ejecutadas por los individuos cuando éstos conocen adecuadamente la

problemática ambiental, están motivados, se ven capaces de generar cambios y están convencidos de que sus acciones serán efectivas.

También derivado de la experiencia obtenida, al implementar este programa se puede afirmar que para entender el comportamiento ambiental es importante iniciar comprendiendo los valores y posiciones sociales, así como las creencias que tienen las personas referentes al medio ambiente. De acuerdo con Prado (2016), el generar las competencias en desarrollo sustentable no debe limitarse al lapso de duración de un curso, ya que la adquisición se requiere lograr de forma gradual a lo largo de la formación de los estudiantes, razón por la que la implementación de un modelo y del programa EcoTec van fortaleciendo estas competencias así como una identidad dentro de la Institución con la que los jóvenes se sienten identificados.

Finalmente, el esquema de aprendizaje activo mediante el que los jóvenes ponen en práctica las competencias específicas de su área de formación, así como el liderazgo al proponer proyectos con tecnologías limpias y llevar a cabo actividades a favor del entorno, favorece una formación integral, participativa en donde el liderazgo es fundamental.

## CONCLUSIONES

La implementación del modelo propuesto estuvo caracterizada por llevarse a cabo en tres etapas; la primera se realizó para conocer la situación de la cultura en cuidado al medio ambiente de los estudiantes en el ITT, con éstas se rechazó la hipótesis de una sólida cultura en desarrollo y tecnología sustentable, así como la realización de acciones a favor del cuidado y preservación del medio ambiente por parte de los estudiantes encuestados.

En la tercera etapa, se destaca que una parte fundamental para la implementación del modelo del Programa Verde Institucional EcoTec, fue el proceso de planeación participativa para la detección y selección de los factores de cambio, que fueron la base para la elaboración del plan estratégico en el que está basado el modelo, las estrategias fundamentales que se contemplaron para el logro del objetivo del modelo fueron las acciones de sensibilización y concienciación; en primer lugar, del equipo de trabajo integrado para la implementación del modelo, así como de los miembros del Instituto. Esta labor también implicó de manera constante, la motivación y liderazgo entre los integrantes del equipo convencidos de la urgente necesidad de llevar a cabo acciones a favor del entorno.

La inversión inicial en tiempo para la implementación del modelo resultó significativa, debido a que la mayoría de los integrantes de la institución, durante el primer año del proyecto (2014), se mostraron reacios a participar en éste, por considerarlo poco relevante; debido a esta situación la respuesta a las acciones realizadas era escasa; sin embargo, es importante resaltar que la decidida, activa y constante participación e involucramiento de los jóvenes, así como de la Alta Dirección del Instituto fue determinante para que los resultados de la implementación de la tercera etapa después de seis meses, presentaran avances relevantes.

Es posible afirmar, que la responsabilidad que hoy en día tienen las instituciones educativas, no sólo está en la consecución de sus metas, sino en el servicio y en especial en el que puedan prestar como generadoras de un valor social y humano. En este sentido es importante considerar que los problemas que enfrenta la humanidad derivados de la sociedad de consumo que impera en el modelo económico dominante, son sobre todo, realidades que



reclaman ayuda de los estudiantes en Instituciones de Educación Superior (ITS), porque superan las fuerzas y facultades del Estado. Derivado de lo anterior, ayudar a través de acciones concretas, implica también un asunto moral y no sólo una estrategia para contribuir a resolver las necesidades sociales de la comunidad.

Finalmente, las ITS deben elegir problemas que convergen y sean significativos para el desarrollo integral de sus estudiantes. Muchos factores como la creciente conciencia social de la población, aunada a la cada vez mayor escasez de recursos naturales, pueden ser considerados los impulsores en las comunidades de influencia de las instituciones educativas para la creación de proyectos que promuevan la cultura del cuidado y preservación de los recursos naturales y del medio ambiente, sin perder de vista la formación integral en donde el liderazgo que como futuros ciudadanos y dirigentes de las próximas generaciones deben tener los estudiantes.

### BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, P. & Vega, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14(2).
- Avilés, K. L., Armendáriz, B. y Rosano, G. (2014). Relaciones entre variables sociales de aprendizaje en el desarrollo sustentable: el caso de Instituto Tecnológico de Tláhuac, D.F., México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 30 (4) 407-416.
- Avilés, K. L., Armendáriz, B., Rosano, G. y Nuño, P. (2015). *La sustentabilidad en México: un nuevo planteamiento ante el paradigma*. Puebla, México: Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla UPAEP.
- Aznar, P. y Ull, Ma. A. (2009). La formación de competencias básicas para el desarrollo sostenible: el papel de la Universidad. *Revista de Educación*, número extraordinario, 219-237.
- García, M., Quispe, C. y Raéz, L. (2003). *Mejora continua en la calidad de los procesos*. Industrial Data 6 (1) 89-94.
- Michelsen, G. (2003). Las Universidades y la Agenda 21: el caso de la universidad de Lüneburg. *Polis – Revista Latinoamericana*. Obtenido el 1 octubre de 2016, de <http://polis.revues.org/6894>. DOI: 10.4000/polis.6894.
- OCDE (2002). *Definition and selection of competentes. DESECO. Theoretical and conceptual foundation, strategy paper*. Obtenido el 31 de mayo de 2016, de <http://www.oecd.org>
- Prado, C. D. (2016). La educación superior de la próximas generaciones de ingenieros. *Revista Electrónica Digital de ANFEI*, 2 (5).
- Robles, G., Hernández, A.D. y Martiñón, V.H. (2017). El aprendizaje vivencial del ingeniero como una herramienta para la solución de problemas del entorno. *Revista Electrónica Digital ANFEI*, 3 (6).
- Ritcher T. & Schumacher K. (2011). Who really cares about higher education for sustainable development? *J. Soc. Sci./ Paramarimbo* 7(1), 24-32.
- SNEST (2012). *Modelo educativo para el siglo XXI. Formación y desarrollo de competencias profesionales. Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica*. México D. F., México, 102 pp.
- UNESCO (2009). *Conferencia Mundial sobre Educación Superior 2009*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Obtenida el 14 de marzo de 2016 de

- [http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado\\_es.pdf](http://www.unesco.org/education/WCHE2009/comunicado_es.pdf)
- UNESCO (2014). *Conferencia Mundial sobre Educación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenida el 15 de enero de 2017 de <http://www.unesco.org/new/es/unesco-world-conference-on-esd-2014/about-the-conference/>
- Vega P., Freitas M., Álvarez P. & Fleuri R. (2007). Marco Teórico y metodológico de educación intercultural para un desarrollo sostenible. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (3) 539-554