

LA INCLUSIÓN DE LA EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA FÍSICA PARA INGENIEROS

G. F. Martínez Alonso¹
A. Monsiváis Pérez²
J. A. Garza Garza³
A. Treviño Cubero⁴

RESUMEN

El trabajo muestra la aplicación del llamado modelo de fortalezas, el cual asume que cada disciplina y cada profesor pueden contribuir a la educación para la sostenibilidad, en la asignatura de Temas Selectos de Física. Se explica la secuencia didáctica, que se desarrolla en el tema de Energía, donde se abordan, apoyados con tecnologías de la información, diferentes aspectos relacionados con las fuentes energéticas utilizadas en el mundo para producir energía eléctrica, además de su impacto en la contaminación ambiental y las posibles soluciones a futuro. Así los estudiantes analizan un problema desde todos los puntos de vista del desarrollo sustentable: económico, ecológico y social, desarrollando competencias que les permitirán un desempeño profesional acorde con los principios de la sustentabilidad, como son: adquirir, manejar y analizar información o interrelacionar las cuestiones ambientales contemporáneas, detectando el carácter contradictorio que tienen estas relaciones, donde lo económico casi nunca es sinónimo de lo ecológico, presentando un dilema a la hora de tomar una decisión ingenieril.

Los resultados de esta aplicación se evalúan a partir de las opiniones de los estudiantes y de las encuestas realizadas en la Facultad.

INTRODUCCIÓN

El Desarrollo Sustentable ha cobrado mayor importancia en los procesos educativos de los últimos años, a partir de la introducción del concepto en el informe Brundtland (World Commission on Environment and Development, UN, 1987) como “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

En diciembre de 2002 la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la resolución 57/254 (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2002) en la que se proclamaba el Decenio de las Naciones Unidas de la *Educación para el Desarrollo Sustentable* (EDS) (2005 – 2014) y en la que se le encomendaba a la UNESCO la elaboración de un Plan en el que se enfatizara el papel de la educación como motor indispensable para promover el desarrollo sustentable.

Muchas resoluciones, declaraciones y eventos mundiales han sido realizados con el objetivo de implementar la educación para el desarrollo sustentable, incluyendo la agenda 21 (United Nations Conference on Environment and Development , 1992), en la cual se dedica un capítulo completo al “Fomento de la educación, la capacitación y la toma de conciencia”.

Sin embargo la propia Organización de las Naciones Unidas señala en su documento de los Objetivos del Milenio (UN documents, 2000) que “que las buenas intenciones que acompañan al principio del desarrollo sustentable no se traducen en progresos

¹ Profesor tiempo completo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León, gabrilo2009@hotmail.com

² Profesor tiempo completo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León, fisica700@yahoo.com

³ Profesor tiempo completo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León, jagarza48@gmail.com

⁴ Profesor tiempo completo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León, cubero2005@yahoo.com.mx

suficientes para proteger el medio ambiente”, lo cual puede comprobarse a partir del análisis de los indicadores ambientales y de crecimiento de la pobreza a nivel mundial.

Una de las posibles causas de estos progresos insuficientes en el tema del desarrollo sustentable es que el propio concepto resulta complejo o demasiado abarcador, por lo cual al parecer es necesario abordarlo desde el punto de vista más local. “Piense globalmente pero actúe localmente” parece ser una buena frase a la hora de implementar programas educativos dirigidos a la EDS.

Se hace necesario promover iniciativas que posibiliten que cada profesional en formación, tenga la oportunidad de participar en acciones concretas, dentro de su especialidad, que le permitan desarrollar sus conocimientos, habilidades, actitudes y valores, para actuar realmente en pro del desarrollo sustentable una vez graduado, involucrando a los tres componentes del mismo, que son el desarrollo económico, el desarrollo social y la protección del medio ambiente, como pilares interdependientes que se refuerzan mutuamente.

Particularmente en la formación de ingenieros tiene gran importancia el desarrollo de las competencias necesarias para que realicen su trabajo profesional, en forma sustentable. En el informe de la UNESCO sobre ingenierías (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2010) se señala que “mientras la buena ingeniería proporciona infraestructura buena, que puede hacer las vidas de las personas mejor, como ingenieros nosotros también tenemos la responsabilidad de crear soluciones que no sólo sean efectivas, sino que contribuyan positivamente a nuestro ambiente”. De aquí puede verse la importancia que tiene educar ingenieros con una verdadera conciencia y preparación para trabajar en pro de un mundo sustentable.

La conocida obra “Desarrollo Sostenible para Ingenieros” (Mulder, 2007) señala que “la participación de los ingenieros en el desarrollo sustentable es buena para el desarrollo sustentable y buena para los ingenieros, que desean ampliar sus perspectivas”.

El objetivo del presente trabajo es mostrar un ejemplo de la incorporación de una visión de educación para el desarrollo sustentable en un curso de Física para ingenieros, partiendo de un modelo conocido como el “modelo de las fortalezas” (McKeown, 2002), en el cual cada disciplina y cada maestro pueden contribuir a la educación para la sostenibilidad.

Se presenta el caso concreto de la materia de Temas Selectos de Física, impartida como asignatura optativa en el cuarto semestre de las carreras en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). A través de esta forma de aplicación se ofrece al estudiante de ingeniería la posibilidad de desarrollar un desempeño concreto, aplicando los principios del desarrollo sustentable, para el análisis y la toma de decisiones de un problema ingenieril, lo cual posibilita el desarrollo de las competencias necesarias para que en su trabajo profesional a futuro puedan mostrar un desempeño similar.

ANÁLISIS

Cuando se habla de la incorporación de la educación para el desarrollo sustentable en los programas de formación de ingenieros generalmente se distinguen 3 generaciones (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2010):

1. De los años 50 a la mitad de los años 80 surgió la preocupación de que algunos diseños ingenieriles podían afectar seriamente el ambiente, lo cual fue demostrado por accidentes como el desastre químico de Bhopal, en 1984, y el accidente nuclear de Chernóbil, en 1986, junto a algunas publicaciones como “Primavera silenciosa” de R. Carson en 1962, que advertía sobre los peligros del uso excesivo del DDT en

los cultivos. De esta preocupación algunos centros deciden incluir en sus planes de estudio temas relativos al cuidado medioambiental, aunque en la mayoría de los casos se trataban de iniciativas personales, de profesores o departamentos interesados.

2. De los años 80 al final del siglo XX se formalizan dichas iniciativas reaccionando a los planteamientos crecientes de cómo la actividad ingenieril podía afectar el ambiente. Generalmente se incluyó en el plan de estudio de ingenierías una materia, muchas veces aislada, impartida por un especialista en educación ambiental, la cual concentraba los conocimientos ambientales que supuestamente debía tener cualquier ingeniero. Esta solución aplicada es típica de los modelos curriculares de aquella época, basados en el contenido y dónde era difícil integrar una nueva área en un plan de estudio cargado de materias y asignaturas.
3. La tercera generación de la educación ambiental "Integrada" está actualmente en aplicación, como parte de la transición de la ingeniería hacia la educación para el desarrollo sustentable (EDS). Los departamentos de ingeniería alrededor del mundo ahora comienzan a comprender que deben integrar de forma proactiva las consideraciones de sostenibilidad en todo el plan de estudios, abarcando aspectos como el jurídico, el mercado, la sociedad, la economía, etc.
En este cambio a un modelo integral han influido tendencias curriculares, como la basada en competencias, donde es más importante el desempeño que muestre el graduado de ingeniería, que un extenso conjunto de conocimientos. Es posible que con este cambio ya en camino, dentro algunos años, todos los ingenieros se graduarán con las competencias necesarias para trabajar en pro del desarrollo sustentable.

De esta forma autores como R. Mckeown (Mckeown, 2002) señalan que cada país debe decidir qué método de implantación utilizar:

1. Crear una materia más sobre el tema de desarrollo sostenible.
2. Reorientar las prácticas educativas completas a favor de la EDS.

En algunos casos se aplican métodos que combinan los dos anteriores.

Mckeown plantea que "Enseñar sobre desarrollo sostenible es como enseñar la teoría que está detrás de un concepto abstracto o enseñar los principios de la sostenibilidad por medio de repetición y memorización. La EDS en sus formas reales y efectivas proporciona a los alumnos las habilidades, perspectivas, valores y conocimientos para vivir de manera sostenible en sus comunidades.". Por ello destaca la utilización de la reorientación de las prácticas educativas completas, por el método de fortalezas.

Este modelo de fortalezas busca que cada disciplina del plan de estudio contribuya a la educación para el desarrollo sustentable desde su perspectiva, incorporando actividades que permitan al estudiante abordar estos temas desde su contenido y enfoques.

La implantación del modelo de fortalezas, debe comenzar por asegurar que los profesores comprenden el concepto de sostenibilidad y que están familiarizados con sus principios. A continuación, los profesores deben identificar las áreas potenciales en su programa, en las que se pueden insertar ejemplos y situaciones que ilustren la sostenibilidad o conocimientos, temas, perspectivas, habilidades y valores adicionales relacionados con la sostenibilidad. Esto permitirá a los estudiantes trabajar aplicando los principios de la sostenibilidad en múltiples situaciones, lo cual es un buen paso para el desarrollo de competencias, asociadas con este tema.

Algunos autores (Aznar Minguet, 2005) introducen el término de competencias ambientalizadoras definido como conjunto complejo e integrado de conocimientos, destrezas, habilidades, actitudes y valores que las personas ponen en juego en los distintos contextos (sociales, educativos, laborales, familiares) para resolver situaciones

relacionadas con las problemáticas ambientales, así como de operar y transformar la realidad con criterios de sustentabilidad, que serían las que se desarrollarían en el modelo de fortalezas.

Un enfoque similar es el recomendado en el “Plan de acción para el desarrollo sustentable en las instituciones de educación superior. Propuesta de ANUIES y SEMARNAT” (ANUIES SEMARNAT, 2000) donde entre las propuestas de las líneas de trabajo en oferta educativa se plantea: “Incorporar transversalmente enfoques y contenidos de sustentabilidad en todos los programas académicos existentes, a fin de contribuir a la generación de una cultura ambiental para la sustentabilidad y a la construcción de una base mínima de conocimientos en este campo”.

En el caso de la Universidad Autónoma de Nuevo León, se aplica un método combinado por lo que existe un área curricular de Formación General Universitaria, dedicada al desarrollo de competencias generales en los estudiantes. Entre las competencias personales y de interacción social se señala la que se refiere a:

“Interviene frente a los retos de la sociedad contemporánea en lo local y global con actitud crítica y compromiso humano, académico y profesional para contribuir a consolidar el bienestar general y el desarrollo sustentable”.

Para contribuir al desarrollo de esta competencia en el plan de estudio del área de formación general universitaria se incluye la Unidad de aprendizaje Ambiente y Sustentabilidad, que se responsabiliza con la impartición de los contenidos y conceptos referidos a esta temática.

Las competencias generales deben ser objeto de trabajo de otras unidades de aprendizaje, que formen parte del plan de estudio en áreas como la Básico Profesional y la Profesional, de manera que también contribuyan a su desarrollo por los estudiantes, por lo cual las demás unidades de aprendizaje deben utilizar el método de fortalezas.

En el caso de la impartición de la física para ingenieros en la FIME, UANL, se tiene la unidad de aprendizaje Temas Selectos de Física, cuya competencia específica se plantea como: Aplicar los conocimientos de la Física para la solución de problemas ingenieriles de mediciones de distancia y tiempo, la conservación y la transmisión de la información, los materiales y la energía, teniendo en cuenta las implicaciones sociales y ambientales de las soluciones propuestas.

La unidad de aprendizaje tiene cuatro unidades temáticas dedicadas a:

1. Mediciones de distancia y tiempo. Efecto Doppler.
2. Conservación y transmisión de la información. (métodos magnéticos, ópticos y fibras ópticas).
3. Los materiales en ingeniería.
4. La energía y su importancia en la sociedad.

Como se observa de la competencia específica descrita, esta unidad de aprendizaje se plantea una contribución a la educación para el desarrollo sostenible en todos sus temas aplicando el modelo de fortalezas, ya mencionado.

Un tema destacado en este aspecto es el tema de la energía, de gran importancia para el trabajo de un ingeniero y muy relacionado con la sostenibilidad de las soluciones ingenieriles. En diciembre del 2010 la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el año 2012 como el Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2012) reconociendo que el acceso a servicios energéticos modernos y sostenibles, en los países en desarrollo, es esencial para el logro de los objetivos del Milenio y del desarrollo sostenible.

Por ello esta unidad temática ha sido diseñada con un enfoque de análisis desde el punto de vista de la sostenibilidad, contextualizada en el área local. En general en esta unidad temática se realizan actividades dirigidas a lograr en el estudiante:

- La comprensión crítica de la problemática ambiental global, nacional, local.
- La adquisición de habilidades, estrategias, técnicas y procedimientos para la toma de decisiones y la realización de acciones relacionadas con el medio ambiente.
- El desarrollo de actitudes y valores ambientales.

Así la secuencia didáctica de la unidad temática se enfoca a presentar aspectos como:

- el problema de la energía en el mundo actual,
- su influencia en el medio ambiente y
- la importancia de la energía para el desarrollo de la sociedad.

Estos puntos se abordan en tres actividades:

1. Antes de abordar la Unidad Temática se les asigna a los estudiantes la actividad extra clase de redactar un resumen, a partir de una búsqueda de información, sobre las fuentes principales que actualmente se utilizan en el mundo para la obtención de energía eléctrica. En la página web de la asignatura (Martínez Alonso, 2011) se le dan algunos sitios de INTERNET, que puede utilizar para esta búsqueda de información.
2. En la sesión de clases se realiza una discusión colectiva en la cual se pide a cada estudiante que haga un análisis sobre la pregunta: ¿Cuáles son los problemas más importantes que tiene actualmente la humanidad?. Diversos problemas se mencionan como: la pobreza, la escasez de recursos, la energía, la contaminación, etc. Luego se pide seleccionar uno, que a su criterio, sería el más importante. A partir de las respuestas obtenidas se realiza un consenso que la solución al problema energético nos da la posibilidad de resolver la mayor cantidad de los problemas presentados al estar relacionado con la contaminación, el subdesarrollo, la pobreza, etc. Se destaca la importancia que tiene la producción de la energía para el desarrollo de la sociedad.
3. Esta problemática lleva a tener que realizar un análisis de las ventajas y desventajas de las fuentes que actualmente se tienen para la producción de energía eléctrica a nivel mundial, dando pie a realizar la siguiente actividad: colectivamente se elabora un cuadro doble entrada mediante una discusión colectiva, donde se manifiestan las ventajas y desventajas de la obtención de la energía a partir de las fuentes energéticas, citadas en el resumen que realizaron como tarea extra-clase.

Utilizando el listado de las fuentes energéticas enumeradas en la Tabla construida, se pide a los estudiantes seleccionar las fuentes energéticas que no son contaminantes.

Junto con el grupo se realiza un análisis detallado de la forma de producción de energía a partir de las fuentes seleccionadas, y esto nos lleva a la necesidad de determinar lo que significa contaminación, ya que dentro de las fuentes elegidas como supuestamente no contaminantes se pudo observar, las siguientes características:

Fuente Hidroeléctrica: Contaminación por cambio en el clima de la región, indirecta por la fabricación del cemento para la construcción de la presa, afectación a la flora y la fauna de la región.

Fuente Eólica: Contaminación por ruido de los aerogeneradores, afectación a las aves migratorias.

Solar: Baja producción por unidad de área, componentes del dispositivo altamente contaminantes (baterías, inversores, celdas, etc.)

Aquí se pone de manifiesto que la mayoría de las veces le asignamos la connotación de fuentes energéticas contaminantes solamente a las que emiten partículas o gases al ambiente. Tomando una definición más amplia de contaminación, incluida la contaminación por ruidos o la indirecta se llega a la conclusión que fuentes de energía normalmente citadas como no contaminantes también contaminan, pero de otra forma, y además tienen la desventaja de que tienen baja producción por unidad de área comparadas con otras fuentes (por ejemplo la energía solar).

Se presenta un material dirigido para realizar un debate sobre la contribución de la energía nuclear a disminuir la emisión de bióxido de carbono a la atmósfera y sus repercusiones en cuanto al peligro de contaminación radiactiva, tomando como ejemplos el caso de Chernóbil y el reciente del tsunami en Japón.

Aquí se observa cómo la secuencia didáctica nos da la posibilidad de desarrollar otras habilidades necesarias para un desempeño teniendo en cuenta aspectos de la sostenibilidad necesarias para el futuro ingeniero, como pueden ser: búsqueda y análisis de la información, toma de decisiones teniendo en cuenta diferentes aspectos de la misma (económico, ambiental o social) como puede ser el caso del carbón que es muy barato pero muy contaminante, o la nuclear que no contamina con gases invernaderos pero es cara y presenta otra posible contaminación como la radiactiva. En la tabla 1 se describe la actividad en relación con la habilidad que desarrolla y el aspecto abordado.

Listado de actividades y habilidades que desarrolla en la secuencia didáctica.

	Actividad:	Habilidades que desarrolla:	Aspecto abordado:
1	Resumen de fuentes de energía	Búsqueda de información.	Comprensión crítica de la problemática ambiental global, nacional, local.
2	Discusión en clase	Toma de decisiones teniendo en cuenta aspectos de sostenibilidad.	La adquisición de habilidades, estrategias, técnicas y procedimientos para la toma de decisiones y la realización de acciones relacionadas con el medio ambiente.
3	Cuadro de doble entrada	Análisis de soluciones ingenieriles teniendo en cuenta aspectos ambientales, sociales y económicos.	

Tabla 1. Listado de actividades.

Como evidencia del desarrollo de las competencias para un desempeño sostenible, en los estudiantes se encarga un producto integrador de la Unidad de Aprendizaje para el cual los estudiantes elaboran y defienden un proyecto final, dentro de los cuales se encuentran los siguientes temas:

- Estudio de las posibilidades de utilización de la energía solar y la energía eólica para seleccionar la más idónea según las características del Estado de Nuevo León.
- Informe que analice las ventajas y desventajas de la construcción de una planta productora de energía eléctrica, de origen nuclear, en el estado de Nuevo León.

Como se ve, los temas de los proyectos están dirigidos a un problema local del estado de Nuevo León, de manera de poder medir si los estudiantes, al final del curso, son capaces de tratar una necesidad energética local y tomar una decisión ingenieril (elegir la fuente solar o la eólica o construir o no una planta nuclear), tomando en cuenta los aspectos de sustentabilidad, antes tratados.

El estado de Nuevo León es una región industrializada, con altas necesidades energéticas, para satisfacer las demandas de la sociedad, por lo cual se hace necesario un análisis de este tipo para situar a los estudiantes ante una problemática que sea lo más similar posible a su futuro trabajo como ingeniero.

La propuesta es desarrollada por equipos, y debe ser presentada por escrito, además, cada integrante del equipo deberá estar preparado para defenderla ante el grupo, ya que el docente selecciona a uno y solo este integrante del equipo puede defender la propuesta.

En los proyectos presentados se destaca que los estudiantes abordan la problemática desde un punto de vista crítico y contextualizado y sistemáticamente toman en consideración para sus decisiones los aspectos de sustentabilidad. Como evidencia de lo

expresado, en las Figuras 1 y 2 se muestran algunos fragmentos de la introducción y conclusiones, tomados de algunos trabajos originales presentados por los estudiantes del curso en el semestre agosto – diciembre del 2011.

Evidencias de los proyectos finales presentados por los estudiantes.

Ventajas Y Desventajas Sobre La Construcción De Una Planta Eléctrica De Origen Nuclear En Nuevo León

INTRODUCCIÓN:

Nuevo León es conocido como un estado de progreso, ésta característica es debido a que ha tenido un gran desarrollo industrial al paso de los años. Sabemos que es muy importante contar con un constante y seguro suministro de energía suficiente para cubrir todas las necesidades de la población así como de la misma industria que irá en aumento con el tiempo. Estamos hablando de la energía eléctrica que utilizamos en todos lados, desde encender una bombilla, hasta mover maquinaria realmente compleja en una fábrica.

Más del 44% de la energía eléctrica del país es producida en plantas termoeléctricas, donde se usan hidrocarburos como el gas y la gasolina para la obtención de la misma. Todas las plantas eléctricas que hay en Nuevo León son de este tipo, y somos conscientes de que estos recursos en algún momento se van a agotar, además. . . .

Figura 1 Introducción del trabajo presentado

CONCLUSIONES

La creación de una Central nuclear implica un gran avance no solo para Nuevo León si no para el país, teniendo nuevas formas para generar energía eléctrica y así no depender de una sola; lamentablemente el Estado aun no se está preparado para este reto.

Todas las fuentes de energía implican un impacto ambiental, en mayor o menor medida; Para evitar más daños al medio ambiente no sólo se debe sustituir una fuente de energía por otra, sino que se debe equilibrar la cantidad de consumo.

Figura 2. Conclusiones del trabajo de una Introducción del trabajo presentado

En la figura 3 se muestran diapositivas de proyectos finales utilizados por los estudiantes en la defensa de sus propuestas, donde se muestran ejemplos de aspectos de sustentabilidad.

Propuestas para defensas de proyectos finales

El Gobierno de Nuevo León

- En pro de la Ecología nos propuso el realizar el estudio de 2 fuentes sustentables de energía como lo son la Energía Eólica y la Energía Solar.

Fuentes de energía alternativas para el estado de Nuevo León

¡Una opción mas para todos los nuevoleonenses!

Figura 3 --- Diapositivas diseñadas por los estudiantes, abordando aspectos sustentables.

Al final de cada semestre se aplica una encuesta a los estudiantes del curso, por parte de la academia, donde se piden evaluaciones de los temas y opiniones sobre los mismos. Como evidencia de la aceptación de los estudiantes de esta forma de tratar los temas de sustentabilidad en los cursos de Física se puede citar algunas opiniones vertidas en las encuestas, por ejemplo:

“Me pareció una de las mejores clases en que he estado, muy interesantes los temas y las explicaciones muy buenas”.

“Me parece muy útil para el uso de estos conocimientos en el mundo, puesto que nos enseña las aplicaciones de la física, no solamente teoría y ejercicios”.

“El tema de energía muy práctico, con situaciones que nos enseña el actuar del ingeniero, en la vida real”.

De la misma forma se manifiestan algunos estudiantes que piden profundizar más todavía en esos temas y darles más tiempo a los aspectos de sustentabilidad.

En las evaluaciones de los temas, en las encuestas, se detecta que el tema de energía, mostrado como ejemplo en este trabajo, es evaluado más alto que los demás, como se puede notar que la Figura 4, donde se presentan los resultados de la encuesta en el semestre agosto – diciembre del 2011, aplicadas en todos los grupos (11 grupos) con una muestra de 218 estudiantes, que constituyen el 75 % del total de estudiantes del semestre (295 estudiantes). La encuesta pide al estudiante que evalúe los temas tratados de acuerdo al interés y aprendizaje logrado con una escala de: 5 – excelente, 4 – Bueno, 3 – regular, 2 – malo, 1 – muy malo.

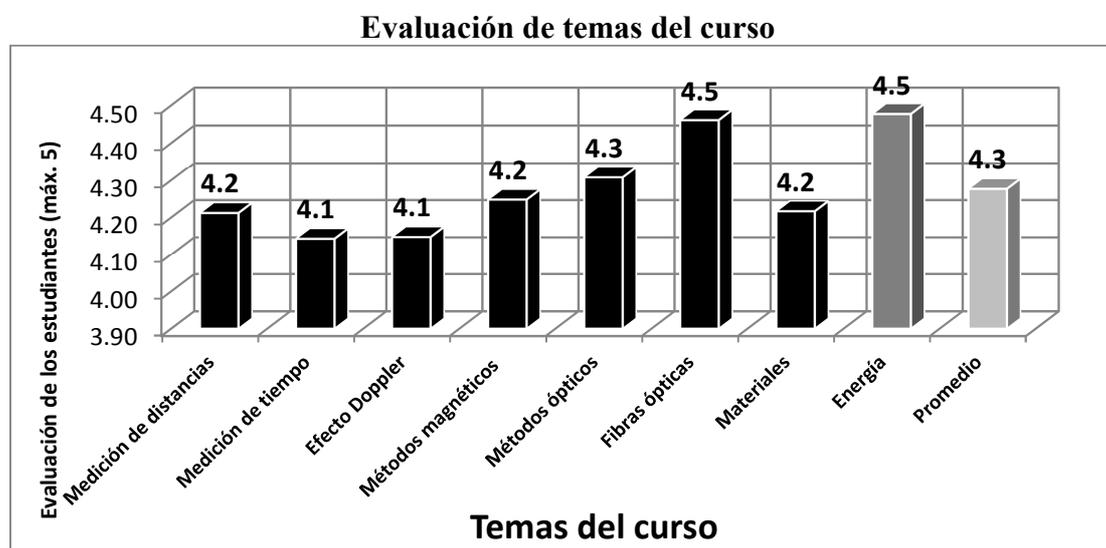


Figura 4. El tema de energía resulta de los más altos evaluados entre los abordados en el curso. Resultados encuesta interna. Semestre Ag.- Dic./2011.

De los resultados de la figura 4 se observa que el promedio de evaluación de los temas del curso es de 4.3 y en particular el tema de energía tiene una evaluación de 4.5, siendo, junto al de fibras ópticas el más alto evaluado. Esto es una evidencia de que cuando los temas se abordan con un enfoque más integral, incluyendo aspectos de sustentabilidad son mejor aceptados por los estudiantes.

De la misma forma puede observarse cómo se evalúa este curso, en comparación con otras unidades de física o sea de la misma área curricular Básico profesional, en las encuestas que aplica cada año la Universidad Autónoma de Nuevo León, cuyos resultados para los años 2010 y 2011 se pueden observar en la siguiente Figura 5. Las unidades se evalúan con un Índice de Satisfacción Ponderado (en una escala con valor máximo de: 100), que se obtiene de la evaluación de los estudiantes de 10 aspectos de los cursos como son interés despertado en las clases, temas del curso, preparación por parte del profesor, etc.

Resultados de encuesta de evaluación de cursos aplicada por la UANL

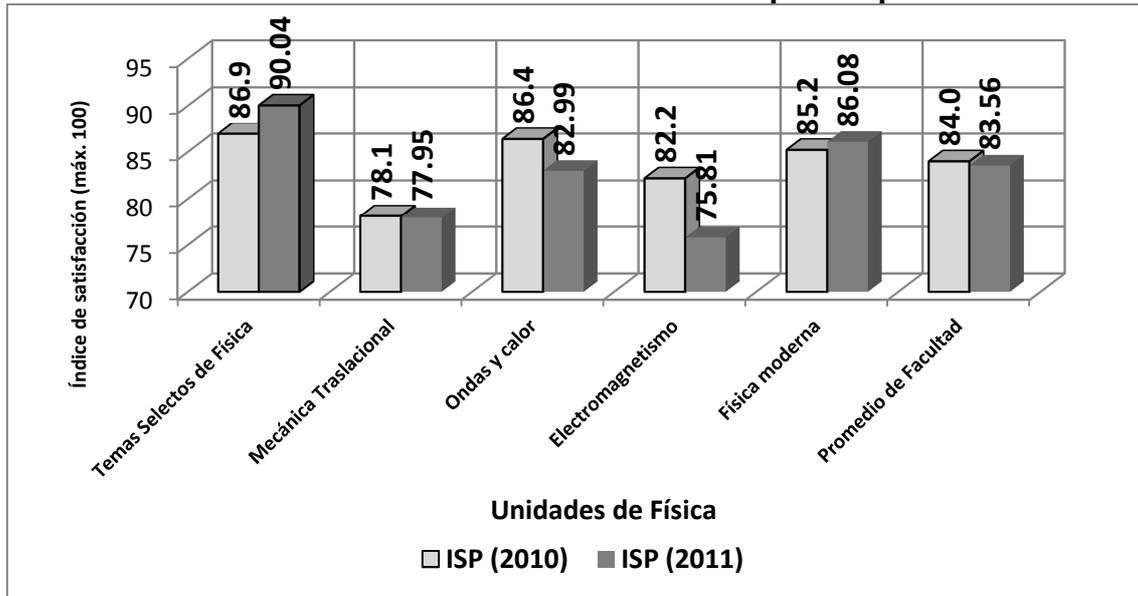


Figura 5. Temas selectos obtiene el mayor Índice de Satisfacción Ponderado entre los diferentes cursos de física. Datos de encuesta UANL de los semestres Ag. – Dic. De 2010 y 2011.

En la figura 5 se observa que la unidad de Temas Selectos de Física en ambos semestres alcanza el valor más alto (86.9 y 90.04) de todas las unidades de Física y por encima del promedio de la Facultad que es de 84.0 y 83.56, lo cual puede servir de indicador de la satisfacción de los estudiantes con este curso.

De las evaluaciones mostradas se puede concluir que la aceptación de los estudiantes de temas y cursos en los que se aplica el modelo de fortalezas, para tratar aspectos de sustentabilidad, es buena, lo cual puede ser un argumento a favor de que este modelo y este tipo de aplicaciones se generalice a más cursos y temas.

Ya se tiene programado ampliar las actividades realizadas en este curso, con el mismo objetivo, utilizando algunas simulaciones de INTERNET como la de la compañía Chevron (The Economist Group. Chevron., 2001) que permite calcular el presente y el futuro (al año 2030) de una ciudad virtual, tomando en cuenta aspectos económicos, ambientales y de seguridad. Asimismo resulta muy útil el sitio de PEMEX de Desarrollo Sustentable (Petróleos Mexicanos PEMEX, 2007) donde hay una calculadora de carbono que permite calcular cuánto carbono produce una familia dados su número y de sus consumos energéticos. Se planifica incorporar estas simulaciones al curso en el próximo semestre.

CONCLUSIONES

Se ha mostrado un ejemplo de aplicación del modelo de fortalezas en una unidad de física para ingenieros. Este modelo da la posibilidad de que materias del plan de estudios de ingeniería puedan incorporar elementos de la educación para el desarrollo sostenible dada su importancia, en los cursos, logrando con ello el desarrollo de competencias necesarias para que en su trabajo profesional los graduados adopten una orientación a la sustentabilidad.

Se concluye que los estudiantes valoran positivamente esta aplicación, por las evaluaciones obtenidas en el tema de energía en las encuestas internas, así como las obtenidas por la Unidad de Temas Selectos, comparada con otras unidades de Física, en las encuestas aplicadas por la Universidad, la cual puede considerarse un agente

evaluador externo a la facultad. Asimismo las opiniones individuales, expresadas en las encuestas internas se observa una tendencia a destacar positivamente el abordar aspectos de la práctica ingenieril con un enfoque sustentable.

Se evidencia además que en los proyectos finales de los cursos los estudiantes toman en cuenta aspectos relativos a la sustentabilidad al tomar decisiones de tipo ingenieril, lo que demuestra que han desarrollado las competencias previstas en la Unidad de aprendizaje.

Es una recomendación de este trabajo extender la aplicación del modelo de fortalezas a otras unidades de aprendizaje para así lograr una verdadera cultura sustentable en nuestros futuros ingenieros.

BIBLIOGRAFIA

ANUIES SEMARNAT. (2000). *Plan De Acción Para El Desarrollo Sustentable En Las Instituciones de Educación Superior*. México DF: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

Asamblea General de las Naciones Unidas. (2002). *Resolución A/RES/57/254*. New York: Naciones Unidas.

Asamblea General de las Naciones Unidas. (2012). *Res 65/151 Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos*. Naciones Unidas.

Aznar Minguet, P. (2005). *La Cultura De La Sostenibilidad En El Marco De La Convergencia Europea. XXIV Seminario Interuniversitario De Teoría De La Educación "El Espacio Europeo De Educación Superior"*. Valencia: Universidad de Valencia.

Martínez Alonso, G. F. (agosto de 2011). *Curso: Temas selectos de Física*. Recuperado el marzo de 2012, de Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica:
<http://www.actiweb.es/temasselectosfisica/>

Mckeown, R. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Knoxville, Tennessee: Centro para la Geografía y la Educación Ambiental, Universidad de Tennessee.

Mulder, K. (2007). *Desarrollo Sostenible para Ingenieros*. Barcelona, España: Universidad Politécnic de Cataluña.

Petróleos Mexicanos PEMEX. (2007). *Desarrollo Sustentable*. Recuperado el noviembre de 2011, de Calculadora de huella de carbono residencial.:
<http://desarrollosustentable.pemex.com/portal/index.cfm?action=mapa&flashid=huella>

The Economist Group. Chevron. (2001). *Energyville*. Recuperado el diciembre de 2011, de <http://www.energyville.com/>

UN documents. (2000). *United Nations Millennium Declaration A/RES/55/2*. New York: UN documents.

United Nations Conference on Environment and Development . (1992). *Agenda 21, Rio declaration*. Rio de Janeiro, Brazil: UN documents.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2010). *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development*. Paris, France, Francia: UNESCO.

World Commission on Environment and Development, UN. (1987). *Our Common Future*. Washington: UN Documents.