

Potencialidades del currículo de Física para una educación sostenible en Ingeniería Mecánica.

Hernández Fereira Arcelio A., Cuba Guerra Onelia de los A., Castellanos González Luís M.

Universidad de Cienfuegos, Cienfuegos, Cuba, Universidad de Camaguey, Camaguey, Cuba, Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena de Indias, Colombia.

RESUMEN

Los elementos para una educación sostenible se pueden introducir y desarrollar desde los inicios del currículo, desde las Ciencias Básicas. En el caso de la Física es indiscutible la riqueza de la dimensión curricular de esta disciplina para la comprensión y el tratamiento de los problemas de eficiencia energética y medio ambiental. Sin embargo, el trabajo en las estrategias de la educación energética y de los problemas ambientales aún no alcanza el nivel deseado y por tanto, es necesario elaborar las alternativas que garanticen una mayor calidad en la formación integral del estudiante en estos aspectos. Para ello se precisa otorgar la debida importancia a las acciones fundamentales de las estrategias educativas, emplear las potencialidades educativas de la disciplinas y perfeccionar las formas de sus enseñanzas en la formación de los ingenieros.

Tomamos como punto de partida el criterio de la Dra. N. F. Talízina: “Se trata de la enseñanza de los contenidos fundamentales de la Física, pero no de una forma abstracta, sino funcional, que incida sobre el quehacer de una profesión concreta”, el cual compartimos y nos dedicamos a identificar las potencialidades de cada uno de los contenidos incluidos en el currículo que brindaran soporte para generar estrategias docentes dedicadas a contribuir a una educación sostenible.

Así concluimos que en 15 temas de las asignaturas se abordan contenidos factibles de vincular a una estrategia de educación sostenible y el total de los aspectos hasta ahora identificados llegan a 28 en las tres asignaturas.

Palabras claves: potencialidades del currículo, educación sostenible, Física, Ingeniería Mecánica

ABSTRACT

The elements for a sustainable education can be introduced and developed since the beginning of the curriculum, from basic sciences. In the case of Physics is indisputable wealth of curricular dimension of this discipline for the understanding and treatment of problems of energy efficiency and environmental matters. However, work on education strategies in energy and environmental problems has not yet reached the desired level and therefore need to develop alternatives to ensure greater quality in the integral formation of students in these aspects. This requires giving due weight to fundamental measures of educational strategies, using the educational potential of the disciplines and ways to improve their teaching in the training of engineers.

We take as starting point the view of Dr. N. F. Talízina: "It concerns to teaching of the fundamental contents of Physics, but not in an abstract way, but functional, that influences on the tasks of a particular profession", which we share and we were dedicated to identifying the potential of each one of the content included in the curriculum that will offer the support to generate teaching strategies dedicated to contributing to sustainable education.

Thus we conclude that in 15 subjects of the subjects addressed feasible to link content to a sustainable education strategy and the total so far identified aspects reaching 28 in the three subjects.

Key words: potentialities of curriculum, sustainable education, Physics, Mechanical Engineering

1. INTRODUCCIÓN

Existen muchos trabajos relativos a la manera de abordar la educación ambiental o educación para el desarrollo sostenible en las carreras universitarias. Algunos autores (Cervantes et al., 2008), (Evora and Cabot, 2008) se pronuncian por introducir la dimensión ambiental del plan de estudio que consistiría en “la incorporación de un sistema de conocimientos, habilidades, actitudes, aptitudes, y valores, conscientemente diseñado y contextualizado, que atraviese todo el plan y que parta de los objetivos generales (modelo del profesional); que se derive en los objetivos específicos y se concrete en los contenidos de todas las disciplinas, de manera que quede bien establecido cómo cada área del conocimiento tributa al sistema en su conjunto, y que dé como resultado una formación que se exprese en el sujeto por su actuación respecto a su entorno, y a la problemática ambiental y del desarrollo.” También ya se reportan algunas estrategias concretadas para universidades (González et al., 2008) y carreras (Jiménez and Boza, 2008).

De igual manera ya se han estructurado modelos didácticos para ello que proponen “estudiar dialécticamente problemas ambientales como ejes integradores del proceso de enseñanza aprendizaje, desde los contenidos que incorporan las asignaturas de una manera contextualizada, en situaciones de enseñanza aprendizaje con orientación medioambiental”(Covas, 2008).

El enfoque presente en lo anteriormente anotado lleva implícito la **intervención**. Nos parece más adecuado hablar de **revelar** la dimensión ambiental en los procesos educativos y por ende nuestro punto de vista es que esa dimensión ambiental está naturalmente en determinados contenidos y que lo que hace falta es precisamente **mostrarla**. Estamos plenamente de acuerdo en que se haga de forma consciente, que se organice, se planee, se busquen las formas más adecuadas y se articule como sistema, pero a partir de lo que el contenido de cada asignatura de las diferentes disciplinas permita hacer de forma natural, con un vínculo lógico, que no separe o distraiga al estudiante del proceso de apropiación de dicho contenido sino que lo acerque más, motivado por otra arista interesante que le revelamos del mismo.

Nuestro trabajo se dedica a la detección de los contenidos en las asignaturas de Física con potencialidades para contribuir a una educación ambiental y cómo proponemos hacer uso de los mismos para lograr dichos propósitos. Esto último implica la definición de cómo está relacionado con los problemas energéticos y medio ambientales, qué tratamiento se le va a dar, en qué modalidad se va a realizar, en qué momento, dentro o fuera de la clase, como parte de la asignatura o como actividades complementarias de las asignatura, se evaluará o no, qué materiales se requieren para las actividades planteadas, serán colectivas o individuales, etc.

Como se aprecia lo que nos proponemos es concretar esa estrategia de educación energética y medio ambiental para la disciplina Física de la carrera de Ingeniería Mecánica.

2. METODOLOGÍA

Siguiendo las pautas señaladas por los autores anteriormente citados, para la realización del trabajo se tomó como punto de partida el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecánica. Del mismo se extrajeron las habilidades profesionales o modos de actuación del ingeniero mecánico, las disciplinas que lo integran con sus asignaturas componentes y la secuencia de precedencia de las mismas. Este trabajo tenía un precedente importante porque ya con anterioridad se había realizado un diseño de los programas de las asignaturas de la disciplina Física con el propósito de enfatizar, desde la misma, en las habilidades profesionales del Ingeniero Mecánico. Una componente importante en dichas habilidades lo es su educación medio ambiental que aparece explícitamente reflejada en el modelo del profesional como “Desarrollar habilidades en las técnicas de seguridad y salud del trabajo, mejoramiento y conservación del medio ambiente” (MES, Plan de Estudio Ing. Mecánica). Implícitamente esta componente está presente en otras que se refieren al desarrollo de habilidades vinculadas con la eficiencia de procesos, racionalidad en uso de recursos, etc.

Un criterio importante seguido en el trabajo de detección de los contenidos con potencialidades para la educación ambiental era la presencia transdisciplinar de los mismos en disciplinas posteriores lo cual le daba mayor peso porque permitía precisamente concretar la dimensión ambiental con trabajos similares en otras disciplinas de la carrera.

Una posición importante en lo concerniente a la educación para el desarrollo sostenible en la carrera de Ingeniería Mecánica está dada porque la misma debe preparar un profesional orientado a “la utilización racional de las máquinas, equipos e instalaciones industriales o de los servicios, en todas las fases de su ciclo vital, lo que conlleva como actividades importantes la operación, el mantenimiento, el diseño, la construcción de componentes y sistemas, y el reciclado” (MES, Plan de Estudio Ing. Mecánica). Como se aprecia en las actividades descritas están involucrados procesos de transformación de la energía y por ello la educación energética y medio ambiental se deben trabajar juntos, de manera indisoluble, ligados como en realidad están ellos (Godoy de Artigas, 2008). Queda claro que todo lo que se haga de forma más racional, (incluido todo lo que se haga en función de elevar la eficiencia energética) y que como resultado de ello traiga ahorro de materias primas o portadores energéticos ya está contribuyendo a preservar el medio ambiente. Otra vía para preservarlo es el uso de fuentes alternativas de energía que reemplacen a los combustibles fósiles. En este caso la eólica, solar, hidráulica, de las mareas, representan ahorros netos sin carga contaminante porque no se relaciona con el proceso de combustión. También habrá aportes cuando se utilicen combustibles no fósiles como los biocombustibles o biomasa. Como se conoce, el balance entre el CO₂ generado en la combustión de estos y el que ellos redujeron durante su proceso de síntesis y creación, está a favor de este segundo factor. Este planteamiento y razonamiento debe quedar claro desde un inicio para que en lo adelante al ilustrar el aporte de la asignatura baste identificar que si hay racionalidad en un proceso, o incremento de la eficiencia energética, o reemplazo por una fuente alternativa ya existe una contribución a la mejora del medio ambiente.

Luego de someter cada uno de los aspectos presentes en los sistemas de conocimientos de los programas de las tres asignaturas que componen la disciplina Física a un riguroso análisis para determinar si poseían potencialidades para contribuir a una educación para el desarrollo sostenible llegamos a detectar los que aparecen resumidamente en las tres tablas siguientes. En las mismas aparecen por temas y aspecto dentro del mismo, los contenidos, su aplicación y un breve comentario de la forma en que se enfocará su tratamiento para nuestros propósitos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La primera asignatura que fue sometida a análisis fue la Física I, la cual incluye la Mecánica Newtoniana y la Física Molecular y Termodinámica. En la tabla 1 aparecen los contenidos de la misma con potencialidades para contribuir a una educación sostenible de los estudiantes.

Tabla 1. Contenidos con potencialidades para la educación sostenible de Física I

Tema y Aspecto	Aplicación	Comentario
Dinámica de la traslación. Leyes de Newton.	Mecanismos y máquinas elementales.	Racionalidad del uso de polipastos y sistemas de poleas.
Dinámica de la traslación. Tipos de fuerzas. Fuerzas de fricción.	Leyes de la fricción seca. Fricción viscosa	Bases de la tribología. Significado de la lubricación en la reducción de pérdidas y el incremento de la eficiencia de las máquinas.
Trabajo y Energía. Potencia.	Máquinas empleadas para el suministro de potencia mecánica.	Significado del concepto de potencia de una máquina y su empleo práctico. Destaque de este elemento como criterio de selección racional de una máquina.
Cinemática y Dinámica de la rotación.	Fuerza centrípeta actuando durante el movimiento circular	Regulador de Watt para el control de velocidad. Interruptores centrífugos para motores eléctricos. Centrífugas para separación de componentes en sistemas heterogéneos.
Oscilaciones Mecánicas	Caso críticamente amortiguado	Sistemas hidráulicos de cierre de puertas para locales acondicionados que trabajen en condición crítica para ahorrar energía.

Termodinámica. Ciclos, Máquinas térmicas y refrigeradores. Eficiencia y coeficiente de rendimiento. Ciclo de Carnot.	Ciclos de máquinas térmicas y refrigeradores empleados en la técnica y su eficiencia. Bombas de calor	Ejemplos de máquinas y ciclos térmicos de alta eficiencia destacando el significado en términos energéticos y medio ambientales. Criterios termodinámicos elementales para la búsqueda de mayor eficiencia.
--	---	---

Ilustremos con algunos ejemplos concretos cómo procederíamos en esta asignatura con algunos de los contenidos. Al presentar el concepto de refrigerador y definir su coeficiente de rendimiento como parámetro que caracteriza la eficiencia de su funcionamiento debemos ilustrar el principio de la bomba de calor como dispositivo para calentar usando el principio del refrigerador. En este caso hay que comparar los resultados con el proceso de calentamiento por vía de resistencias eléctricas y destacar la racionalidad del empleo de este dispositivo y el ahorro que trae con su correspondiente reducción del impacto sobre el medio ambiente por las emisiones que dejaron de producirse al requerir de menos electricidad.

De igual manera, presentado el ciclo de Carnot, obtenida la expresión de su eficiencia en función de las temperaturas de los focos térmicos entre los que trabaja y enunciado el teorema de Carnot como elemento para conocer las eficiencias límites podemos brindarle a los estudiantes un criterio que se sigue en la práctica ingenieril para elevar la eficiencia de los ciclos reales a partir de elevar la temperatura de trabajo del foco caliente o reducir la del foco frío. Se pueden dar ejemplos concretos de cada caso de equipos o plantas en funcionamiento.

Al someter a similar análisis la segunda asignatura, que fue la Física II, la cual incluye el estudio del Electromagnetismo, la Óptica Geométrica y la Óptica Ondulatoria llegamos a la conclusión de que los contenidos de la misma con potencialidades para contribuir a una educación sostenible de los estudiantes son los que se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Contenidos con potencialidades para la educación sostenible de Física II

Tema y Aspecto	Aplicación	Comentario
Electrostática. Fuerza eléctrica.	Filtros eletrostáticos. Sistemas de pintura eletrostáticos. www.comapint.com	Información acerca de su diseño y empleo así como de los resultados de su aplicación en ahorro de materiales y/o energía y la reducción de su carga contaminante.
Conducción. Resistencia eléctrica. Efecto Joule.	Diseño de calentadores eléctricos. Reducción de pérdidas por efecto Joule.	Materiales y calibres de los conductores para las líneas de transmisión. Uso de valores elevados del voltaje. (*)
Magnetismo. Generación de campos magnéticos. Fuerza magnética. Propiedades magnéticas de las sustancias.	Tratamiento magnético al agua y al combustible. Electroimanes industriales. Separadores magnéticos de materiales ferrosos. www.globalmagnetics.com www.mastermagnets.com	Incremento de eficiencia en la combustión de combustible tratado magnéticamente. Dispositivos comerciales. Plantas de tratamiento de residuales sólidos urbanos. Plantas procesadoras de chatarra. Instalaciones de la minería ferrosa. Métodos de enriquecimiento de minerales.
Inducción electromagnética. Corrientes de Foucault	Reducción de pérdidas en transformadores eléctricos. Separadores magnéticos de materiales no ferrosos.	Plantas de tratamiento de residuales sólidos urbanos. Plantas procesadoras de chatarra. Medidas para reducción de efecto Joule por corrientes parásitas de Foucault. (**)

Oscilaciones electromagnéticas libres en circuito RLC. Casos de amortiguamiento	Amortiguamiento crítico.	Casos de empleo de esta condición para el regreso de sistemas a su estado de equilibrio.
Oscilaciones electromagnéticas forzadas en circuito RLC. Resonancia.	Aumento del factor de potencia por balance entre cargas capacitivas e inductivas.	Reducción de la potencia reactiva y mejor uso de la capacidad instalada en las centrales eléctricas.
Óptica geométrica. Leyes de la reflexión y refracción.	Reflexión de la radiación en la atmósfera.	Efecto invernadero.
Óptica ondulatoria. Polarización.	Filtros polarizadores.	Filtros atenuadores de la radiación solar para reducir carga térmica de habitaciones y locales.

Ilustremos con algunos ejemplos concretos cómo procederíamos en esta asignatura con algunos de los contenidos. Al estudiar el fenómeno de la resonancia en circuitos RLC de corriente alterna hay que destacar que precisamente lo ideal sería que todos los circuitos trabajaran en esta condición y de ahí la importancia de conocer cómo lograrla o aproximarnos a ella. Con el concepto de factor de potencia podemos entonces ilustrar la importancia de la búsqueda de un factor de potencia alto y el significado en la reducción de pérdidas de potencia en potencia reactiva y la aproximación de la capacidad generada a valores más ajustados al consumo y de ahí el ahorro de combustible y la reducción de las emisiones con impacto ambiental. Los programas como el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC) dedican un gran esfuerzo a la concreción de esto en instalaciones industriales, de servicio social y en el sector residencial.

La generación de campos magnéticos con electroimanes y el conocimiento de las propiedades magnéticas de las sustancias, el fenómeno de inducción electromagnética y la generación de corrientes en los metales brindan la oportunidad de ejemplificar el principio de funcionamiento de plantas procesadoras de residuales sólidos, chatarra, etc. que tienen una contribución importante en la preservación del medio ambiente por la eliminación de dichos residuos o por su reincorporación a procesos de manufactura con ganancia energética respecto al empleo de materias primas vírgenes. Llamando la atención sobre los dichos aspectos pueden asimilar con mejor conciencia el mensaje de los materiales que se muestran a diario en la televisión y otros medios de comunicación masiva.

Por último, fueron sometidos con iguales propósitos los contenidos de la asignatura Física III, la cual incluye aspectos de la Óptica Cuántica, la Física Atómica, la Física Nuclear y la Física del estado Sólido. En la tabla 3 aparecen los contenidos con potencialidades y algunas ideas de cómo tratar los mismos.

Tabla 3. Contenidos con potencialidades para la educación sostenible de Física III

Tema y Aspecto	Aplicación	Comentario
Propiedades corpusculares de la luz. Radiación Térmica.	Mecanismo de conducción del calor. Reducción de pérdidas y aumento de eficiencia.	Superficies selectivas de absorbedores en instalaciones solares. Pirómetros de radiación.
Física de los Sólidos. Propiedades físicas de los sólidos.	Conductividad térmica. Conductividad eléctrica. Propiedades magnéticas. Histéresis.	Selección de materiales para conductores eléctricos. (*) Selección de materiales para intercambiadores de calor y para aislamiento térmico. Selección de materiales para núcleos de transformadores. (**)

Física Nuclear. Reacciones de fisión y fusión. Interacción de la radiación con las sustancias.	Centrales nucleares. Protección contra las radiaciones nucleares.	Energética nuclear. Peso actual e impacto ambiental. Perspectivas de la energética nuclear por fusión. Materiales más empleados para la protección radiológica.
--	---	---

De igual manera ilustremos con algunos ejemplos concretos cómo procederíamos en esta asignatura con algunos de los contenidos Presentada la radiación térmica como radiación de equilibrio, sus características y los conceptos de poder emisivo espectral y poder absorbente espectral podemos ilustrar el uso de las superficies selectivas para incrementar la eficiencia de los absorbedores en las instalaciones solares. Mediante un diseño de recubrimientos para la superficie del absorbedor se puede lograr un poder absorbente espectral alto en todo el intervalo de longitudes de onda de la radiación solar que recibe el mismo, de manera que la capte casi en su totalidad y por otra parte que tenga un poder emisivo espectral bajo en el intervalo de longitudes de onda correspondientes a su radiación térmica dada por su temperatura de trabajo elevada. Esto traería consigo poca emisión. La combinación de ambas características elevaría la eficiencia del absorbedor aproximándolo a un elemento que recibe casi toda la energía y no emite prácticamente nada.

Por último al discutir las posibilidades de obtención de energía del núcleo a partir de la curva de energía de enlace por nucleón debemos destacar el papel de la energética nuclear por fisión en el balance general de la generación eléctrica, sus riesgos e impactos ambientales. No podemos desaprovechar la oportunidad para brindar el fundamento de la fusión nuclear, sus perspectivas como fuente de energía muy prometedora como forma limpia, las dificultades actuales y hacia donde se encaminan los esfuerzos por eliminarlos y concretar su uso.

Como se pude notar tenemos hasta el presente 15 temas de las asignaturas en los cuales se abordan contenidos con potencialidades para contribuir mediante un tratamiento adecuado a una educación ambiental. Ya esta detección primaria así como la identificación de cómo tratar los mismos, nos ponen en condiciones de iniciar el trabajo de generar actividades de diferentes modalidades, localizar, producir, adaptar materiales, diseñar tareas docentes o de corte científico investigativo para que nuestras acciones sean mucho más efectivas. La continuidad y profundización en este trabajo podrá elevar la efectividad del mismo.

4. CONCLUSIONES

- 1) La disciplina Física que se ofrece al ingeniero mecánico posee innumerables oportunidades para contribuir a la educación sostenible de los futuros profesionales.
- 2) Quedaron definidos los temas y los aspectos de los sistemas de conocimientos con potencialidades para contribuir a la educación sostenible y en principio identificada la forma de abordarlos.
- 3) Lo realizado nos permite iniciar el trabajo de generar actividades de diferentes modalidades, localizar, producir, adaptar materiales, diseñar tareas docentes o de corte científico investigativo para que nuestras acciones sean mucho más efectivas.
- 4) Las acciones previstas contribuirá a la educación ambiental, pero a su vez elevarán el grado de motivación de los estudiantes desde los primeros semestres por su carrera.

5. REFERENCIAS

[1] Cervantes Oliva Janette, Leizán González Ibia, Suárez Rodríguez Clara. Estrategia para la ambientalización curricular de las carreras de las ciencias técnicas. Su aplicación en ingeniería eléctrica. Ponencia AMB-018 en CD Memorias Congreso Universidad 2008. La Habana, Cuba.

[2] Evora Larios Edyn, Asencio Cabot Esperanza. La dimensión ambiental en la formación del profesional de la educación: una respuesta al decenio de la educación para el desarrollo sostenible. Ponencia AMB-029 en CD Memorias Congreso Universidad 2008. La Habana, Cuba.

[3] González González Ohilda, Cardoso López Ana, Castelló González José. Experiencias de la incorporación de la dimensión ambiental en los procesos universitarios en la Universidad de Camagüey. Ponencia AMB-060 en CD Memorias Congreso Universidad 2008. La Habana, Cuba.

[4] Jiménez Gómez Maritza, Boza Cabrera Yamirka. La introducción de la dimensión ambiental en los contenidos de Física para primer año de Ingeniería Industrial. Ponencia AMB-066 en CD Memorias Congreso Universidad 2008. La Habana, Cuba.

[5] Covas Alvarez Onelia. Medio ambiente, energía y desarrollo sostenible: modelo didáctico para desarrollar una educación ambiental desde el proceso de enseñanza aprendizaje de las asignaturas de ciencias exactas en la universidad. Ponencia AMB-008 en CD Memorias Congreso Universidad 2008. La Habana, Cuba.

[6] Plan de Estudios D de la carrera de Ingeniería mecánica. Ministerio de Educación Superior. La Habana, Cuba. 2007.

[7] Godoy de Artigas Dulce María. Energética y educación ambiental binomio inseparable. Ponencia AMB-112 en CD Memorias Congreso Universidad 2008. La Habana, Cuba.

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.