

Fundamentación y desarrollo de un hiperentorno para la enseñanza-aprendizaje de la física en carreras de ingeniería



¹*Departamento de Física, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría CUJAE, Ciudad de la Habana, Cuba.*

²*Grupo de Óptica e Sistemas Amorfos, Departamento de Física Geral, Instituto de Física da Universidade de São Paulo - USP, SP, Brasil.*

E-mail: eduardocs@electronica.cujae.edu.cu, serra@electronica.cujae.edu.cu

(Recibido el 6 de Abril de 2014, aceptado el 25 de Agosto de 2014)

Resumen

El trabajo muestra la fundamentación pedagógica desde una concepción didáctica desarrolladora y la construcción y desarrollo de un hiperentorno para la enseñanza-aprendizaje de la física en carreras de ingeniería. El análisis de las tendencias actuales de la enseñanza de la ingeniería en Cuba sirve de base a la fundamentación pedagógica, así como las principales insuficiencias reportadas en la enseñanza aprendizaje de la física universitaria. Se muestra el diseño y construcción de esta herramienta didáctica, sus potencialidades y primeras experiencias de su utilización en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, como una contribución para lograr incrementar la comprensión de las leyes y conceptos estudiados, la motivación y al desarrollo de un aprendizaje significativo de esta disciplina.

Palabras clave: Física, hiperentorno, enseñanza-aprendizaje, ingeniería.

Abstract

The work shows the pedagogical basis from a developer didactic conception and the construction and development of a hyper environment for teaching and learning physics in engineering careers. Pedagogical foundation is based on the analysis of current trends in engineering education in Cuba, as well as main shortcomings reported in the learning of university physics. Design and construction of this teaching tool, potentialities and first experiences of their use at the Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría are shown as a contribution to achieving increasing understanding of the laws and concepts studied, motivation and development of a learning significance of this discipline.

Keywords: Physics, hyperenvironment, teaching-learning, engineering.

PACS: 01.40.gb, 01.40.Fk, 0155+b

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

La comunidad científica que se ocupa de los problemas relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física ha dedicado muchos esfuerzos en los últimos años al perfeccionamiento del mismo motivada en primera instancia, por las demandas de renovación que el impetuoso desarrollo científico-técnico le impone en la actualidad a la enseñanza de las ciencias.

En los últimos 10 años ha existido una verdadera explosión en la utilización de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en los entornos educativos, buscando que esta utilización sea parte del proceso de enseñanza-aprendizaje y que el uso de entornos y metodologías facilitadoras del aprendizaje permitan al alumno aprender y convertir las informaciones en conocimientos.

Como consecuencia del desarrollo alcanzado por el software educativo en Cuba, se llegó a la concepción de un

modelo pedagógico denominado hiperentorno educativo, el cual está compuesto por diversos módulos integrados que permite su empleo en diferentes momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje de una asignatura con una única interfaz, donde se incluyen varias de las modalidades de software educativos que se presentaban de forma aislada.

Se han desarrollado diferentes variantes de hiperentornos de aprendizaje fundamentalmente para la enseñanza de las ciencias médicas y las matemáticas [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], pero no se han encontrado reportes para la enseñanza de la física universitaria.

En este contexto, el desarrollo de nuevas propuestas didácticas para la utilización de hiperentornos para la enseñanza-aprendizaje de la física en carreras de ingeniería, adquiere una gran importancia como contribución para lograr incrementar la comprensión de las leyes y conceptos estudiados, la motivación y al desarrollo de un aprendizaje significativo de esta disciplina.

Uno de los elementos importantes tenidos en cuenta

para la fundamentación y desarrollo de un hiperentorno para la enseñanza-aprendizaje de la física en carreras de ingeniería es el análisis de las tendencias actuales de la enseñanza de la ingeniería en Cuba que se pueden caracterizar a través de los siguientes rasgos [10, 11, 12]:

1. Lograr una formación más sólida y un conocimiento más profundo de las ciencias básicas y los fundamentos de las ciencias de ingeniería.
 - Base para la comprensión de los cambios tecnológicos que depara la vida profesional.
 - Capacidad de autoorientación.
 - Gestión tecnológica.
2. Formar un profesional más integral, versátil y flexible cuya virtud fundamental sea su capacidad de autopreparación y adaptación.
 - Desarrollo de la capacidad de comunicación oral y escrita.
 - Dominio de lenguas extranjeras.
 - Capacidad de manejo y procesamiento de la información científico – técnica.
 - Capacidad de dirección.
3. Formar un profesional en estrecha vinculación con la industria, con las habilidades profesionales básicas.
 - Aprendizaje activo e independiente.
 - Pensamiento divergente.
 - Pensamiento lógico bien estructurado.
 - Capacidad creativa.
 - Vínculo con la industria.
 - Interacción con la comunidad.
4. Fortalecer la formación socio humanística de este profesional.
 - Formación especializada.
 - Formación de valores.
 - Formación ecológica y de preservación del medio ambiente.
 - Identidad cultural.
5. Fortalecer la formación económica y la capacidad para desarrollar una gestión empresarial efectiva y eficiente.
6. Potenciar la preparación del futuro profesional en el campo de la informática y la telemática.

Estos rasgos caracterizan las tendencias en la formación de los profesionales de la ingeniería en la actualidad. Y la física, como el resto de las disciplinas que conforman las diversas carreras de ingeniería, debe jugar el rol que le corresponde en la consecución de los objetivos de la formación de estos futuros profesionales que se derivan de dichas tendencias. Las mismas demandan de manera explícita o implícita la necesidad de producir transformaciones radicales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que estimulen: el desarrollo del aprendizaje independiente de los estudiantes por encima de la transmisión de conocimientos por parte del docente, el pensamiento lógico y divergente, la creatividad, y en general de los modos de pensar y actuar de este futuro profesional.

En varias tesis doctorales y ponencias presentadas en importantes congresos internacionales [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19] se han detectado y reportado a nivel internacional,

insuficiencias en la enseñanza aprendizaje de la física, entre las que se destacan:

- La disciplina física, no revela de manera sistemática las relaciones entre teoría y práctica.
- Falta de motivación por la disciplina física en las carreras de ingeniería, y poco desarrollo de una actitud investigadora, creativa, crítica, autónoma e independiente.
- Limitada utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones en las clases presenciales.
- La utilización de experimentos demostrativos en conferencias, clases prácticas y seminarios es muy limitada.
- La estructura metodológica tradicional de las clases no satisface las necesidades para el despliegue de los núcleos teóricos de la disciplina.
- Dificultades en los estudiantes para la comprensión de las leyes y conceptos fundamentales.
- Muy bajos resultados de promoción.

En el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría se han desarrollado recientemente nuevas propuestas didácticas para el diseño y la utilización de modernos medios de enseñanza y sistemas de experimentos en las diferentes formas de enseñanza aprendizaje de la disciplina física, como contribución para lograr eliminar estas deficiencias e incrementar la comprensión de las leyes y conceptos estudiados, la motivación y el desarrollo de habilidades prácticas y de observación en la enseñanza aprendizaje de esta disciplina [20, 21, 22]. En esta misma dirección, se presenta la fundamentación, el diseño y la construcción de un hiperentorno para la enseñanza-aprendizaje de la física en carreras de ingeniería.

A. Fundamentación pedagógica de la propuesta

Para fundamentar didácticamente el desarrollo de esta propuesta, es esencial asumir una posición dentro del marco de la didáctica general. En este caso, se asume como base del desarrollo de un hiperentorno para la enseñanza-aprendizaje de la física en carreras de ingeniería, una concepción didáctica desarrolladora que se ha ido conformando y sistematizando en los últimos 15 años, a la luz de diferentes investigaciones pedagógicas realizadas, enriquecida con la práctica docente en Cuba y que se sustenta en lo mejor de las tradiciones pedagógicas nacionales e internacionales.

La didáctica desarrolladora opera con las categorías enseñanza desarrolladora y aprendizaje desarrollador. Sus bases teórico epistemológicas han sido aportadas por la escuela histórico cultural, cuyo máximo representante fue Lev Vigotsky.

Castellanos, D. *et al.* en 2001 [23], consideraron que la enseñanza desarrolladora:

Es el proceso sistémico de transmisión de la cultura en la institución escolar en función del encargo social, que se organiza a partir de los niveles de desarrollo actual y potencial de los estudiantes, y conduce al tránsito continuo

hacia niveles superiores de desarrollo, con la finalidad de formar una personalidad integral y autodeterminada, capaz de transformarse y transformar su realidad en un contexto histórico concreto, siendo lo esencial, la autodeterminación, según la cual el sujeto deviene agente de su propio desarrollo. El aprendizaje desarrollador es aquel que garantiza en el individuo la apropiación activa y creadora de la cultura, propiciando el desarrollo de su auto-perfeccionamiento constante, de su autonomía y autodeterminación, en íntima conexión con los necesarios procesos de socialización, compromiso y responsabilidad social.

Por otra parte, el colectivo de autores cubanos de 1998 [24], mencionan que: “La educación desarrolladora promueve y potencia aprendizajes desarrolladores”. También que la comprensión del aprendizaje en el contexto pedagógico puede expresarse como:

Un proceso en el cual el educando, bajo la dirección directa e indirecta del maestro, en una situación especialmente estructurada para formarlo individual y socialmente, desarrolla capacidades, hábitos y habilidades que le permiten apropiarse de la cultura y de los medios para conocerla y enriquecerla. En el proceso de esa apropiación se van formando también los sentimientos, intereses, motivos de conducta, valores, es decir, se desarrollan simultáneamente todas las esferas de la personalidad [24].

Un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador debe ser aquel que constituya un sistema donde la enseñanza, aprendizaje y subsistemas se basen en una educación desarrolladora, lo que implica una comunicación y una actividad intencionales, cuyo accionar didáctico genera estrategias de aprendizajes para el desarrollo de una personalidad integral y autodeterminada del educando, dentro de los marcos de la escuela como institución transmisora de la cultura.

Las consideraciones generales de la didáctica desarrolladora o integradora fueron definidas de la siguiente forma por Zilberstein J.; Portela, R. y McPherson, M., en 1999 [25].

- Centra su atención en el docente y en el alumno, por lo que su objeto de estudio lo constituye el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Considera la dirección científica por parte del maestro de la actividad cognoscitiva práctica y valorativa de los alumnos, teniendo en cuenta el nivel de desarrollo alcanzado por estos y sus potencialidades para lograrlo.
- Asume que mediante procesos de socialización y comunicación se propicie la independencia cognoscitiva y la apropiación del contenido de enseñanza (conocimientos, habilidades y valores).
- Forma un pensamiento reflexivo y creativo que permita al alumno "llegar a la esencia", establecer nexos y relaciones, así como aplicar el contenido a la práctica social, de modo tal que solucione problemáticas no sólo del ámbito escolar, sino también familiar y de la sociedad en general.

- Propicia la valoración personal de lo estudiado, de modo que el contenido adquiera sentido para el alumno y este interiorice su significado.
- Estimula el desarrollo de estrategias que permiten regular los modos de pensar y actuar que contribuyan a la formación de acciones de orientación, planificación, valoración y control.

De acuerdo a lo analizado anteriormente, podemos precisar los elementos fundamentales de la concepción didáctica desarrolladora, que son base de nuestra propuesta:

- Aprendizaje a partir de la búsqueda del conocimiento, utilizando en la clase métodos y procedimientos que estimulen el pensamiento reflexivo, llegar a la esencia y que vinculen el contenido con la vida: se debe dirigir la actividad de búsqueda hacia la observación y descripción, la solución y/o planteamiento de problemas de la vida cotidiana, la realización y/o planteamiento de experimentos, el planteamiento de suposiciones o hipótesis, la elaboración de preguntas, el establecimiento de diferencias y semejanzas, la clasificación y la ejemplificación, entre otras.
- Dadas las características del contenido de enseñanza de las ciencias, se deberá estimular la búsqueda activa por parte de los alumnos y motivarlos a "aprender construyendo ciencia", a investigar, a proponer soluciones alternativas y a estar "insatisfechos" constantemente con lo que aprenden.
- La observación y descripción, la solución y/o planteamiento de problemas de la vida cotidiana, la realización y/o planteamiento de experimentos, pueden contribuir a que el estudiante plantee suposiciones, reflexione, establezca nexos y relaciones, busque las causas, lo cual se refuerza y garantiza en buena medida con la elaboración de preguntas acerca de lo que estudia.
- Fortalecimiento de la observación y descripción en el proceso de búsqueda del conocimiento como premisas del pensamiento científico. La observación y la descripción en la asignatura deben partir de la actividad práctica del estudiante, pero vinculadas a su actividad cognoscitiva y a la actividad valorativa; es decir, que se le estimule a "actuar", a la vez, que se apropie de los conocimientos y valores y que sea capaz de vincular la teoría con la práctica.
- Se deberá promover que la observación se convierta en una actividad consciente que permita pasar de la sensorpercepción, a la abstracción y finalmente a lo concreto pensado, de modo tal que el alumno pueda "apreciar" lo interno, los nexos, las relaciones, y "operar" con el conocimiento de la esencia.
- Promover la unidad dialéctica entre la actividad colectiva y la individual en la que ambas se complementen, estimulando la socialización y la comunicación en un "clima favorable al aprendizaje". La interacción grupal favorece que el alumno se apropie del contenido de enseñanza siendo protagonista de su propio aprendizaje. Sin desconocer que cada estudiante debe actuar con independencia, sin dejar de reconocer el

papel determinante de la "dirección adecuada" del docente en cada tipo de actividad.

- El intercambio de información, las reflexiones grupales y la interacción entre sus miembros favorecen a su vez el pensamiento de cada estudiante, permitiéndoles confrontar ideas, completarlas, variarlas e incluso llegar a nuevos planteamientos. Es decir, el trabajo del grupo contribuye al desarrollo de cada uno de sus integrantes.
- Tener en cuenta los momentos de la dirección de la actividad cognoscitiva: la motivación, la orientación, la ejecución y el control, las diferentes actividades que se realicen deben partir de la motivación de los alumnos y lograr crear en ellos motivos por la actividad de aprendizaje.
- Durante la ejecución de la actividad debe prevalecer el trabajo de los alumnos, bajo la dirección del profesor que propicie la independencia cognoscitiva necesaria.

Para la materialización del diseño didáctico del hiperentorno para la enseñanza-aprendizaje de la física en carreras de ingeniería que se propone, sirvió de base el modelo planteado por Del Toro en 2006 [26], donde se precisa que el diseño didáctico es: "el proceso sistémico de modelación de las situaciones de enseñanza-aprendizaje que se desarrollarán con el hiperentorno a partir de sus dimensiones semántica, sintáctica y práctica, y de sus interrelaciones".

Entendiendo estas dimensiones de la siguiente forma:

Dimensión semántica.- Relacionada con el proceso de selección y organización de los contenidos de estudio que portará el hiperentorno a partir de los problemas y los objetivos que se plantean resolver y alcanzar. También se relaciona con los métodos que dinamizarán su enseñanza y aprendizaje, la evaluación que se hará del proceso; así como las formas de organización que en éste se manifiestan.

Dimensión sintáctica.- Relacionada con la estructura hipermedial que se necesita construir, así como los recursos mediáticos que se utilizarán para presentar los contenidos que portará el hiperentorno, y propiciar la interactividad de los sujetos con los mismos y entre ellos.

Dimensión práctica.- Relacionada con los modos de actuación de los sujetos de enseñanza-aprendizaje (profesor, estudiante, grupo) en sus relaciones: interacción y cooperación, durante la utilización didáctica del hiperentorno.

II. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

La formación de un ingeniero pasa inevitablemente por el aprendizaje de la física, pues está en la base de cualquiera de las ingenierías.

En nuestro país (que no es una excepción), los estudiantes universitarios presentan muchas dificultades con el aprendizaje de esta importante ciencia. Dificultades que presentan no solo con el aprendizaje de la Física, sino también de las Matemáticas.

Esto provoca muchas veces que no puedan avanzar en los estudios universitarios y determina definitivamente su abandono.

Ocurre además que no dominan correctamente un grupo de habilidades relacionadas con acciones de tipo intelectual tales como: la observación, la descripción, la determinación de las cualidades (generales, particulares y esenciales), la comparación, la definición, la explicación, y otras que son esenciales para el desarrollo del pensamiento lógico.

Es necesario dominar otro grupo de habilidades relacionadas con el trabajo durante el proceso docente-educativo, dentro de las cuales se pueden mencionar: la percepción y comprensión del material objeto de estudio, resumir información, preparar informes y ponencias, elaborar tablas y gráficos, entre otras.

Otro hecho es, que tienen muy poca información acerca de los logros de la física y su incidencia en el desarrollo tecnológico. La imagen que tienen los estudiantes de la física es la de una ciencia que es muy difícil de aprender. Al saber tan poco de ella, y de los hombres y mujeres que han contribuido con su desarrollo, no se ven motivados por conocer de esta fascinante ciencia.

En general se divulga muy poco la ciencia en nuestro país. Las publicaciones escritas son escasas y en la prensa escrita aparece muy poco sobre este tema. Sumemos además que nuestros estudiantes leen muy poco la prensa.

Otro asunto no menos importante es que muchas clases se siguen desarrollando básicamente por el método tradicional, en las cuales las actividades que realizan los estudiantes son muy pocas. Debe recordarse que el proceso de asimilación de cualquier conocimiento es un proceso activo. Si el alumno no hace nada por hacer suyo el conocimiento, cualquier cosa que haga el profesor no surtirá ningún efecto. La asimilación de cualquier contenido exige que los alumnos realicen un sistema de acciones, un sistema de actividades determinadas.

En nuestra práctica docente en la enseñanza superior encontramos que, los estudiantes no se preparan adecuadamente para las actividades que se realizan en las clases prácticas, y es el profesor quien desarrolla en un porcentaje muy elevado, las actividades programadas y, conocen-con antelación. La efectividad de estas clases es muy poca, pues los estudiantes solo reciben información, participando muy poco en su elaboración.

Con el objetivo de ir cambiando esta situación, nos propusimos introducir en el desarrollo de la asignatura física II para la carrera de Ingeniería hidráulica el uso de las TIC para la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina.

La herramienta empleada para ello, es un hiperentorno con una interfaz gráfica tipo multimedia que permite el trabajo con imágenes, gráficos, textos, hipertextos, vínculos y demás recursos audiovisuales.

El objetivo es suministrar una serie de recursos que le permita al estudiante alcanzar una preparación adecuada, y que puedan asimilar el contenido de la asignatura adecuadamente y que puedan resolver las tareas que se le proponen para las clases, ya sean en conferencias, clases prácticas o laboratorios y que por tanto pueda desarrollarse de manera eficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Nuestro modelo pedagógico se orienta hacia el autoaprendizaje, ya que todo el material montado en la plataforma debe constituirse en un recurso de mucha utilidad para el trabajo independiente de los estudiantes.

La herramienta en su diseño contiene una serie de módulos (temario, glosario, mediateca, complementos, ejercicios entre otros), que responden muy bien al modelo que proponemos utilizar. En ella está montada toda la asignatura física II, por lo que aquí podemos encontrar desarrolladas cada una de las conferencias del curso en las que se precisan los contenidos a enseñar y los objetivos a alcanzar.

Aparece además todo el plan de clases prácticas, con los objetivos bien precisos en cada caso, orientaciones para la preparación para la clase práctica y las actividades prácticas a desarrollar. En cada una de las clases prácticas, se realiza una actividad de comprobación de esta preparación.

Las actividades propuestas son desarrolladas por los estudiantes, reunidos en pequeños grupos. La actividad es dirigida y controlada por el profesor.

Durante el desarrollo de la actividad práctica, los estudiantes pueden emplear computadoras personales.

También se utiliza un proyector de video para suministrar la información que se necesita en cada caso para todos los estudiantes en general, y, sobre todo para los que no disponen de computadoras.

A continuación presentamos la estructura de la herramienta desarrollada con sus diferentes módulos y las posibilidades que nos brindan desde el punto de vista didáctico.



FIGURA 1. Pantalla de inicio desde donde se pueden acceder los distintos módulos de la herramienta.

Sigue la pantalla del índice de contenido. Aparecen las diferentes clases de conferencia y las clases prácticas que se derivan de cada una de ellas. Están incluidos también algunos autoexámenes para el autocontrol de los estudiantes, la planificación de los trabajos de laboratorios, y las guías para su realización, que pueden acceder a través de hipervínculos.

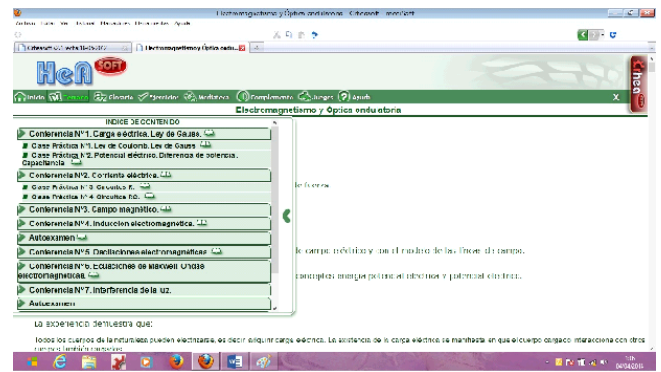


FIGURA 2. Pantalla del índice de contenido.

Sigue la pantalla que muestra cómo están desarrolladas las conferencias en las cuales existen palabras que representan hipervínculos con páginas de contenido, animaciones, videos, imágenes, entre otros-medios.



FIGURA 3. Pantalla sobre el diseño de las conferencias.

A continuación se muestra el diseño de una clase práctica.

Se puede apreciar las orientaciones precisas para la autopreparación. A través de diferentes hipervínculos se puede acceder a imágenes, textos que muestran ejercicios, problemas resueltos y conceptos.

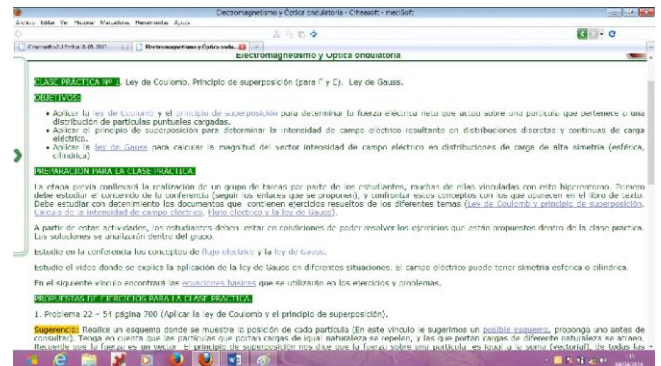


FIGURA 4. Pantalla del diseño de las clases prácticas.

Lo relacionado con el módulo de ejercicios se muestra a continuación. La herramienta permite el diseño de

ejercicios de selección simple y selección múltiple, ejercicios de verdadero y falso, enlazar la respuesta correcta y otros. Se pueden emplear como comprobación al inicio de una clase práctica, para fijar un concepto dentro de una conferencia y en la autopreparación de los estudiantes.

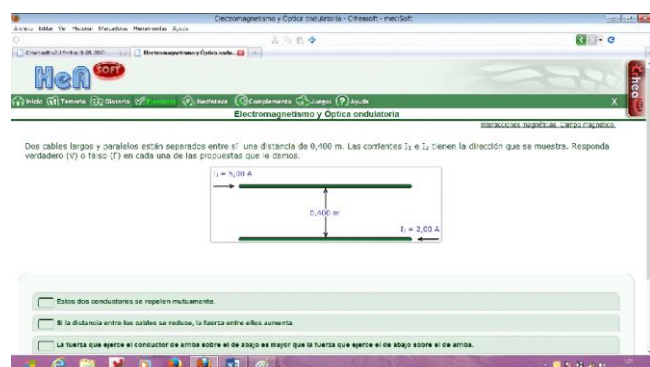


FIGURA 5. Pantalla del módulo de ejercicios.

En el módulo mediateca se archivan las animaciones, imágenes o videos que pueden ser empleados en el desarrollo de las conferencias, para elaborar un concepto, como retroalimentación o en el diseño de ejercicios, entre otros. Observe que se incluye una pequeña explicación del contenido de la media.

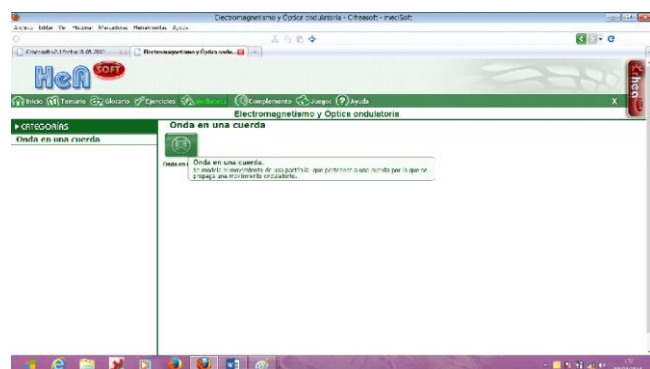


FIGURA 6. Pantalla del módulo de mediateca.

En el módulo complementos se puede incluir una variada bibliografía además del libro básico de la asignatura.

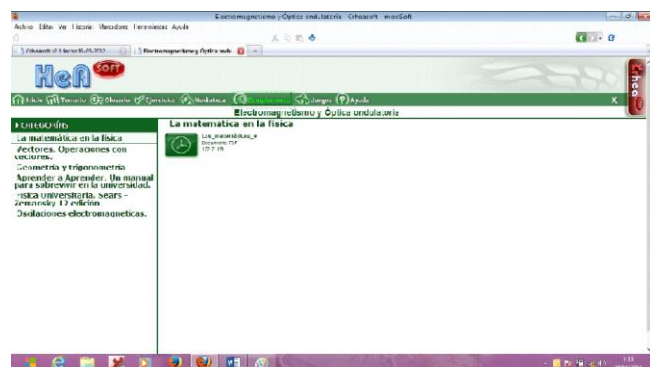


FIGURA 7. Pantalla del módulo complementos.

Otra de las posibilidades que brinda la herramienta es la de acceder a diferentes videos mediante vínculos que aparecen dentro del desarrollo de una conferencia, una clase práctica, un ejercicio, etc. Este recurso es de vital importancia, pues en ocasiones no existen las condiciones materiales para la realización de una demostración en la conferencia y podemos sustituirlo por un video.



FIGURA 8. Pantalla que muestra la posibilidad de acceso a videos.

III. CONCLUSIONES

Se ha presentado la fundamentación pedagógica, el diseño y la construcción de un hiperentorno para la enseñanza-aprendizaje de la física en carreras de ingeniería, sus potencialidades y primeras experiencias de su utilización en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, como una contribución para lograr incrementar la comprensión de las leyes y conceptos estudiados, la motivación y al desarrollo de un aprendizaje significativo de esta disciplina.

REFERENCIAS

[1] Coloma, O. *et al.*, *Hiperentorno de aprendizaje "Eureka": un software educativo para la enseñanza de la Matemática*, Memorias del Evento Internacional Pedagogía, La Habana, Cuba, (2007).

[2] Mariño, D., Portilla, Y., Coloma, O., Rugvany Rodríguez, R., Rodríguez, A., *SADHEA-WEB: Una alternativa para el desarrollo de software educativo para la Web, desde las propias microuiversidades*, Memorias del Congreso Internacional, Congreso Internacional Universidad, La Habana, Cuba, (2008).

[3] Ramos, L., Domínguez, J., Gavilondo, X., Fresno, C., *¿Software educativo, hipermedia o entorno educativo?* Rev. Acimed. **18**, 4 (2008).

[4] Hernández, R., González, J., Ávila, V., Estrada, M., Ruíz, A., Gómez, F., Alfonso, P., *Hiperentorno para el entrenamiento de la herramienta SADHEA-WEB en la Universidad Médica Cubana*, Memorias del Congreso internacional Informática, La Habana, Cuba, (2009).

- [5] Sosa, R., Fernández C., Hechevarría, Y., Gómez, J., Naranjo, S., Guevara E., *Introducción del hiperentorno de Virología Médica en el programa de la asignatura Agentes Biológicos*, Rev. Méd. Electrón. **32**, 2 (2010), <http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202010/vol2%202010/tema1.htm>, Consultado el 23 de marzo de 2014.
- [6] Vidal, M., Gómez, F., Ruiz, A., *Hiperentornos educativos*, Educ Med Super. **25**, 1 (2011).
- [7] Ruiz, A., González, J. Gómez, F., *Adecuación de la plataforma SADHEA-WEB a la enseñanza médica superior. Estrategia del proyecto Galenomedía*, Revista Cubana de Informática Médica **3**, 1 (2011).
- [8] Torres, J., Briggs, M., González, O., Sánchez, I., Suárez, L., *Hiperentorno de aprendizaje para el tema muestreo y estimación de la asignatura informática médica II*, Revista Cubana de Informática Médica **4**, 2 (2012).
- [9] Ruiz, A., Fernández, A., López, J., Gómez, F., *Hiperentorno educativo para el aprendizaje de la protección eléctrica en equipos biomédicos*, Educ. Med. Super. **27**, 1 (2013).
- [10] Falcón, H., *Una concepción de profesionalización desde la disciplina Física General en Ciencias Técnicas*, Tesis Doctoral, Cuba, (2002).
- [11] Castañeda, E., *Caracterización general del problema del diseño curricular de carreras universitarias a las puertas del tercer milenio desde una óptica latinoamericana*, Conferencia inaugural del curso de diseño curricular de la Universidad de verano, ISPJAE, Cuba, (2007).
- [12] Castañeda, E., *El modelo del profesional y la enseñanza de la ingeniería del siglo XXI*, Ponencia al XVIII Congreso Panamericano Educación y Ejercicio Profesional de la Ingeniería, Lima, Perú, (2008).
- [13] García, A., *Física General Aplicada: novedosa concepción para la enseñanza de la física en ciencias técnicas*, Tesis doctoral, Cuba, (1997).
- [14] Horrutinier, P., *El perfeccionamiento del sistema de conocimientos en la Disciplina Física para estudiantes de Ingeniería*, Tesis doctoral, Cuba, (1998).
- [15] Ferrat, Á., *La resolución de problemas de física. Un estudio para propiciar su aprendizaje mediante el uso de estrategias de solución*, Tesis doctoral, Cuba, (1999).
- [16] Patiño, A., *Una concepción de modernización para la disciplina física general en ciencias técnicas*, Tesis doctoral, Cuba, (2000).
- [17] Serra, R., *La utilización del holograma como medio de enseñanza y de educación social en Cuba a través del vínculo investigación–docencia–extensión universitaria*, Tesis doctoral, Cuba, (2004).
- [18] Alejo, J., *Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje en contextos de la disciplina física general en las carreras de ingeniería*, Tesis doctoral, Cuba, (2006).
- [19] Lemus, J., *Sistema de experimentos docentes con la utilización de un puntero de diodo láser, para la enseñanza aprendizaje de la óptica en carreras de ingeniería*, Tesis doctoral, Cuba, (2013).
- [20] Serra, R., Vega, G., Ferrat, A., Lunazzi, J., y Magalhães, D., *El holograma y su utilización como un medio de enseñanza de la física en ingeniería*, Revista Brasileira de Ensino de Física **31**, 1401 (2009).
- [21] Serra, R., Moreno, A., Magalhães, D., Muramatsu M., Lemus, J., *Haciendo hologramas en la escuela y en la casa*, Revista Brasileira de Ensino de Física **32**, 3502 (2010).
- [22] Serra, R., I. Alfonso, I., Herrera, R., Souza, D., Muramatsu, M., Soga, D., Zottola, D., *Contribución de la física al desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de ingeniería*, Revista Brasileira de Ensino de Física **35**, 4502 (2013).
- [23] Castellanos, D. et al., *Hacia una concepción del aprendizaje desarrollador*, La Habana, Cuba, ISPEJV, (2001).
- [24] Colectivo de autores, Grupo Pedagogía del ICCP., *Marco conceptual para la elaboración de una Teoría Pedagógica* (Paper), p. 40, (1998).
- [25] Zilberstein, J., Portela, R. y McPherson, M., *Didáctica integradora de las ciencias vs didáctica tradicional. experiencia cubana*, (Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC), La Habana, 1999).
- [26] Del Toro, M., *Modelo de diseño didáctico de hiperentornos de enseñanza–aprendizaje desde una concepción desarrolladora*, Tesis doctoral, Cuba, (2006).