



## El aprendizaje autónomo de la física: web didáctica de electromagnetismo para estudiantes de ingeniería eléctrica

*Autonomous learning of physics with the aid of a web site on electromagnetism*

**Dra. C. María de los Ángeles Legaña Ferrá**

[maria.leganoa@reduc.edu.cu](mailto:maria.leganoa@reduc.edu.cu)

**M. Sc. Manuel Hernández Wolpes**

[manuel.hwolpes@reduc.edu.cu](mailto:manuel.hwolpes@reduc.edu.cu)

**M. Sc. Lázaro Pérez Acosta**

[lazaro.perez@reduc.edu.cu](mailto:lazaro.perez@reduc.edu.cu)

*Universidad de Camagüey "Ignacio Agramonte Loynaz"*

Los autores son profesores de la Universidad de Camagüey. **Legaña Ferrá** es Doctora en Ciencias Pedagógicas y Profesora Titular del Centro de Estudios de Ciencias de la Educación "Enrique José Varona", adicionalmente imparte Física para las carreras de ingenierías. Ha sido profesora invitada en varias universidades de México y República Dominicana. Desarrolla investigaciones en las líneas de desarrollo profesional docente, empleo de las TIC en la Educación Superior, formación tecno-científica. **Hernández Wolpes** es egresado de Licenciatura en Física de la Universidad de Oriente y Máster en Ciencias Físicas de La Universidad de La Habana. Se desempeña como Profesor Auxiliar del Departamento de Física e imparte esta disciplina en las carreras de Ingeniería Eléctrica, Civil, Química y Mecánica. Investiga los materiales superconductores de alta temperatura crítica (SAT). **Pérez Acosta** es egresado de Licenciatura en Física de la Universidad de Oriente y Máster en Ciencias Físicas de La Universidad de La Habana. Se desempeña como Profesor Asistente de Física e investiga los materiales superconductores de alta temperatura crítica, tema en el que actualmente realiza sus estudios doctorales.

### RESUMEN

En este trabajo se muestra el papel fundamental que tienen las TIC en el aprendizaje autónomo de la Física. Se examina el empleo de las Web didácticas para guiar el aprendizaje autónomo en la educación superior cubana, y se explican las acciones que está llevando a cabo el Centro de Estudios de Ciencias de la Educación "Enrique José Varona" de la Universidad de Camagüey para abordar la orientación del aprendizaje autónomo de los estudiantes y dar respuesta a la demanda de la universidad. Se muestra la experiencia del Departamento de Física en el diseño y elaboración de Web didácticas utilizando el software *Exelearning*. Se argumentan los patrones a utilizar en el diseño del curso de Física y se explican el diseño y elaboración de la Web didáctica de Física II para estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica. Se concluye con el análisis de los resultados del grupo focal aplicado a estudiantes de Ingeniería Eléctrica del segundo año durante el curso académico 2012-2013.

**Palabras clave:** aprendizaje autónomo, Web didáctica, diseño de aprendizaje, patrones de aprendizaje, enseñanza de la Física.

### ABSTRACT

The paper argues the key role of ICT in autonomous learning of physics. The use of eb didactic materials in guiding autonomous learning in Cuban Higher Education is examined together with and account of autonomous learning guiding tasks in progress under the auspice of “Enrique José Varona” Center for Science of Education at the University of Camagüey. Likewise, the experience of the Physics Department in designing web didactic materials by means of *Exelearning* software is described. The standards being used in Physics courses and the features characterizing the Physics Web Didactics for Physics II are fully explained. The paper closes with the finding of the test given to a group of Electric Engineering second year students in 2012-2013 academic years.

**Key words:** autonomous learning, web didactic materials, learning design, learning standards, learning of physics.

La Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, París 2009, al referirse a las nuevas dinámicas de la Educación Superior aborda entre estas el aprendizaje a lo largo de la vida y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (UNESCO, 2009). Al respecto se expresa que es necesario organizar una enseñanza que impulse el aprendizaje autónomo, que el estudiante, de sujeto pasivo se convierta en el centro del proceso de aprendizaje. Se argumenta que las TIC pueden ampliar y enriquecer el aprendizaje, en particular gracias a la actualidad y el realismo que aportan estos nuevos recursos, y por ende potenciar el aprendizaje autónomo.

En la actualidad los planes y programas de estudio de la universidad cubana han asumido entre sus cualidades la reducción de la presencialidad, fundamentalmente de las horas de clases para favorecer las tareas que refuercen el aprendizaje autónomo sustentado en el empleo de las TIC (Horruitiner, 2007). Para ello se ha orientado el empleo de recursos tecnológicos educativos que guíen el aprendizaje autónomo del estudiante y se constituyan en herramientas pedagógicas que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Un diagnóstico realizado en Universidad de Camagüey sobre la orientación del aprendizaje autónomo a través de web didácticas develó que existían insuficiencias en este ámbito. A partir de esta problemática el Centro de Estudios en Ciencias de la Educación “Enrique José Varona” (CECEDUC) de la universidad se dio a la tarea de capacitar a docentes en el diseño del aprendizaje y elaboración de cursos Web utilizando el editor de cursos *Exelearning*, así como ejecutar varios proyectos de investigación en torno a esta temática.

El Departamento de Física de la Universidad de Camagüey se ha sumado a la estrategia trazada por la Vicerrectoría Docente en unión con el CECEDUC, en este empeño ha incorporado a sus docentes en los referidos planes de formación, elaborando propuestas para los cursos de Física que se imparten en las diferentes ingenierías. El presente trabajo es fruto de ese esfuerzo conjunto entre el CECEDUC y el Departamento de Física.

La investigación tuvo como objetivo elaborar una Web didáctica de Física II (Electromagnetismo) para estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica, sustentada en la creación de entornos virtuales diferenciados a partir de estrategias didácticas preferenciales en el aprendizaje de la Física, con el fin de elevar la usabilidad de estos recursos y potenciar el aprendizaje autónomo.

## **Métodos**

Con anterioridad al diseño e implementación de la Web didáctica de Física II, los investigadores asumieron la elaboración de un marco teórico en relación al empleo de las TIC como soporte al

aprendizaje autónomo de los estudiantes de la educación superior. Para el desarrollo de la misma se empleó el método analítico-sintético, imprescindible para profundizar en el conocimiento de las partes y descubrir sus interrelaciones en el fenómeno estudiado y sus antecedentes.

Una segunda tarea de la investigación consistió en la elaboración de la propuesta didáctica de un curso soportado en un sitio Web para guiar al aprendizaje autónomo de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica. Para el desarrollo de esta tarea se aplicó un enfoque sistémico para la definición de la estructura del curso y para el diseño y la elaboración de los componentes del mismo, en particular, los patrones de diseño a emplear en el curso.

## Resultados

Las posibilidades de las TIC en la educación es un tema que ha sido ampliamente abordado por diversos autores, pueden jugar en el aprendizaje un rol fundamental como modelo intelectual, éste se centra en una concepción donde las tecnologías son utilizadas para articular lo que el estudiante conoce, para reflexionar sobre como ellos han aprendido y adquieren el conocimiento y como base para el aprendizaje significativo de los estudiantes. (Cabero y Gisbert, 2005). Estos autores han develado la necesidad de realizar estudios e investigaciones que garanticen el desarrollo de las funciones pedagógicas y didácticas de los recursos tecnológicos que se dispone, debido a que persisten deficiencias en el modo de empleo y en algunos casos, no se utilizan o no se tienen en cuenta sus potencialidades.

El informe *Horizon* del año 2012 destaca, entre las principales tendencias en los próximos cinco años para la educación superior, las expectativas de las personas de estudiar y aprender dondequiera y cuando quieran; el incremento de la descentralización del soporte de las TIC y la inclusión en la educación de paradigmas del e-learning, b-learning y modelos colaborativos (Johnson, Adams, Cummins, 2012). Como consecuencia de estas tendencias las instituciones de educación superior tienen que incrementar la alfabetización en medios digitales y el aprendizaje autónomo a través de los mismos, estas son unas de las mayores necesidades en todas las disciplinas y profesiones.

La modalidad del b-learning es una de las más adoptadas en la educación superior en la actualidad. El b-learning, conocido como aprendizaje mezclado, es definido como aquel modo de aprender que combina la enseñanza presencial con la virtual. Diversos investigadores como Bartolomé, Aiello, Willem, Cabero, Llorente, Román, Mogollón, Brito y Salinas (Bartolomé, 2004) coinciden en los beneficios que aporta el b-learning a la educación superior, entre los cuales se encuentran la accesibilidad: de los estudiantes a los materiales de aprendizaje y a estrategias didácticas para lograr la construcción del conocimiento y el acceso a la formación permanente desde su propio entorno entre otros.

En el contexto cubano la implementación de esta modalidad se sustenta un entorno virtual que da soporte a las clases presenciales, el cual puede ser a través de un LMS (sistema de gestión de aprendizaje) como el MOODLE y/o un curso en forma de sitio Web. Para la elaboración de estos cursos Web se utilizan herramientas de autoedición de acuerdo al SCORM (TACCLE, 2009) como el *Exelearning*, que permiten exportar las unidades didácticas como objetos de aprendizajes en forma de paquete del contenido IMS y su inclusión en plataformas LMS. La portabilidad de los cursos web que no dependen de la existencia de redes y su reusabilidad como objetos de aprendizaje en las plataformas LMS, hacen que estos recursos tengan un gran potencial de usabilidad por los estudiantes.

Para la elaboración de los cursos web, o las web didácticas, se precisa de un diseño instruccional que se instrumenta en una guía didáctica o guía de estudio (Legañoa, 2010). La literatura reporta numerosas investigaciones en torno al diseño instruccional, sin embargo en la actualidad el diseño se ha orientado hacia el aprendizaje como aparece en Lockyer, Bennett, Agostinho y Harper (2009) entre otros.

Se reconoce en la actualidad que el diseño del aprendizaje es un nuevo campo de investigación, dirigido a modelar el proceso de diseño con el fin de proporcionar herramientas y métodos a los profesores para el mismo. El diseño del aprendizaje tiene múltiples ventajas, proporciona formas de representar las actividades a llevar a cabo de modo que puedan ser compartidas por docentes y diseñadores, permite que se puedan elaborar objetos de aprendizaje para ser reusados por otros profesores y constituye un patrón para crear nuevas actividades de aprendizaje o para proporcionar herramientas para los profesores que son fácilmente compartidas. Estos patrones elaborados en el diseño del aprendizaje orientan al profesor en los pasos que debe dar para el diseño de actividades y les proporcionan ayudas pedagógicas de cómo hacerlo (González, 2012).

Los investigadores coinciden en reconocer como principio el aprendizaje a partir de la actividad del estudiante. Consideran además como factor esencial lograr la coherencia entre objetivos, actividades de aprendizaje y evaluación. Esta coherencia es lo que se conoce como alineamiento constructivo (Biggs, 1999), factor esencial para lograr la calidad del aprendizaje en la educación superior.

Los autores del presente trabajo se adscriben al alineamiento constructivo y connotan además lo requisitos que deben cumplir estos componentes entre los que destacan: la claridad y precisión en la formulación de los objetivos en un lenguaje asequible a los estudiantes; la adecuación de las tareas a diversidad de estilos de aprendizaje de los estudiantes; la viabilidad de las tareas de aprendizaje en cuanto a recursos cognitivos, materiales y temporales; el nivel de asimilación ascendente de las tareas; el empleo de la auto-evaluación, co-evaluación y hetero-evaluación; y la utilización de la retroalimentación formativa en el proceso evaluativo. Asimismo coinciden en reconocer la importancia de la elaboración de patrones para el diseño del aprendizaje tomando en cuenta las estrategias didácticas pertinentes para cada disciplina, a partir de la naturaleza epistemológica de las mismas. En la figura 1 se muestran los componentes del diseño del aprendizaje y la coherencia entre ellos.



Figura1: Coherencia entre elementos del diseño

En particular, en la enseñanza aprendizaje de la Física se consideran pertinentes utilizar, además de las estrategias para la comprensión del texto, estrategias didácticas basadas en simulaciones virtuales de fenómenos reales y estrategias para la resolución de problemas. En relación con las simulaciones virtuales en los cursos de ingeniería se privilegia la simulación de comportamiento. En ella, el modelo está presente en el sistema y es conocido por el alumno; el alumno puede variar a su elección los valores de las magnitudes y estudiar las consecuencias. Esta actividad es de gran utilidad para potenciar el razonamiento analítico, así como tiende a desarrollar en los estudiantes el método experimental, lo cual es fundamental en la Física (Legaño, 1999).

### Web didáctica de física II (electromagnetismo) para la carrera de ingeniería eléctrica

El diseño del curso se hizo en dos etapas, primero un macrodiseño y posteriormente un microdiseño. En el macrodiseño se reelaboraron los objetivos del curso para formularlos de forma comprensibles para los estudiantes, se definieron los temas y sus unidades didácticas, las actividades presenciales y virtuales, los recursos que se disponían de laboratorios y computadoras y las evaluaciones a realizar. En la figura 2 se muestra la estructura del curso.

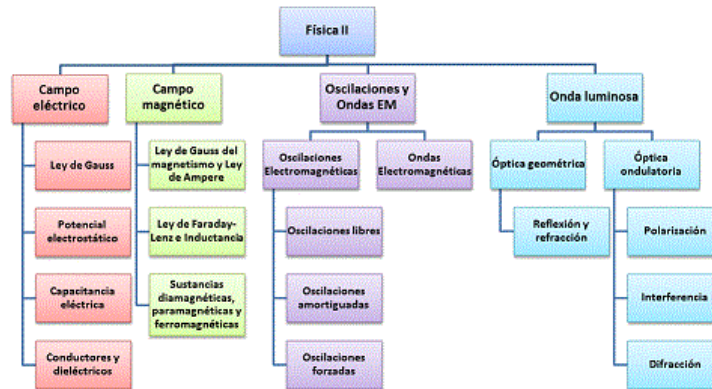


Figura 2: Temas y unidades didácticas del curso

Un aspecto esencial fue la selección de *applets Java* para la simulación de los fenómenos electromagnéticos del curso, los cuales se debían utilizar con diferentes objetivos: motivación, representación del conocimiento, aplicación y sistematización.

Posteriormente se hizo el microdiseño en el cual se elaboraron las unidades didácticas, donde se definieron los objetivos a lograr, las actividades de aprendizaje a realizar para alcanzar los objetivos, y las actividades que servirían para evaluar los objetivos.

La estructura de las unidades didácticas estaba conformada por una introducción, donde se orientaba y motivaba sobre la unidad; los objetivos formulados de forma precisa y clara para los estudiantes; las actividades y recursos para el aprendizaje, entendidas por estas como los textos, simulaciones, actividades para la comprensión, actividades de aplicación, resumen y autoevaluación. Además en cada tema se incluyeron los laboratorios reales y virtuales a hacer por los estudiantes, así como las evaluaciones parciales.

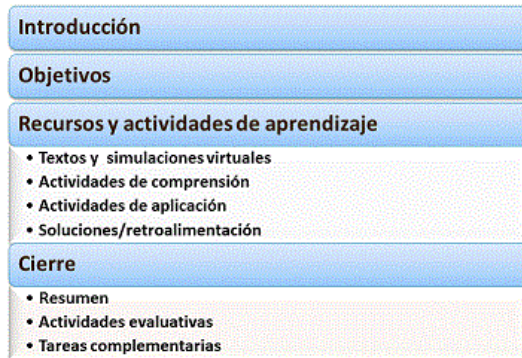


Figura 3: Estructura de las unidades didácticas

Se elaboraron estrategias didácticas para las actividades de comprensión y de aplicación, las que al ser estandarizadas se convirtieron en patrones para el diseño del curso. Se crearon patrones para la comprensión de los textos, comprensión de los fenómenos a través de las simulaciones virtuales, preparación para los laboratorios y ejercitación.

Para la comprensión de los textos se crearon dos patrones, uno basado en preguntas y otro en mapas conceptuales.

**Patrón: Lectura comprensiva basada en preguntas (LCBP)**

**Categoría:** Lectura

**Problema:** Los estudiantes tienen dificultades en determinar los elementos esenciales del texto. Además tienden a realizar una lectura superficial sin establecer las relaciones entre los conceptos en sus diferentes niveles (conceptos, leyes, principios teorías).

**Solución:** Para lograr una lectura comprensiva es necesario orientar al estudiante hacia los aspectos principales del texto. Esta orientación puede hacerse con el uso de preguntas, al ser las preguntas un recurso fundamental para dirigir la atención hacia los aspectos esenciales del texto. Primeramente se debe orientar al estudiante qué material de texto debe estudiar y posteriormente se le plantea que a partir de la lectura realizada responda a las preguntas formuladas.

**Contexto:** Este patrón es pertinente para orientar el aprendizaje autónomo de los materiales de texto.

**Patrón: Lectura comprensiva basada en mapas conceptuales (LCBMC)**

**Categoría:** Lectura

**Problema:** Los estudiantes tienen dificultades en determinar los elementos esenciales del texto y en organizar la información que está contenida en el mismo.

**Solución:** Para lograr una lectura comprensiva es necesario orientar al estudiante hacia los aspectos principales del texto. Esta orientación puede hacerse con el uso de mapas conceptuales.

Primeramente se debe orientar al estudiante qué material de texto debe estudiar y posteriormente se le pide que identifique las ideas esenciales expresadas en el material leído, que seleccione a su criterio los conceptos más relevantes y que los ordene y relacione en una forma gráfica. Posteriormente se le proporciona un mapa conceptual elaborado por el profesor y se le pide que los compare y reflexione en torno a sus semejanzas y diferencias.

**Contexto:** Este patrón es pertinente para orientar el aprendizaje autónomo de los materiales de texto y tributa a la organización de la información.

En relación a las simulaciones virtuales se utilizaron simulaciones de comportamiento. Se emplearon para dos fines: contribuir a la comprensión de los fenómenos físicos estudiados en el texto, y como preparación para las prácticas de laboratorio. Para el diseño del curso se elaboraron dos tipos de patrones de simulaciones virtuales: simulación virtual para la comprensión de fenómenos electromagnéticos y experimento virtual.

Para la comprensión de los fenómenos electromagnéticos se creó un patrón a partir de simulaciones virtuales.

**Patrón: Simulación virtual para la comprensión de fenómenos electromagnéticos (SVCFE)**

**Categoría:** Simulación

**Problema:** Los estudiantes tienen dificultades en comprender las leyes que rigen los fenómenos físicos, en predecir qué sucederá cuando se modifiquen las condiciones iniciales en un fenómeno dado.

**Solución:** Para lograr la comprensión de los fenómenos estudiados es necesario utilizar una simulación virtual de los mismos que constituya fuente de información de la actividad cognoscitiva del estudiante. La actividad del estudiante con el micromundo simulado contribuye a consolidar la relación símbolo-objeto a partir de la dinámica de las representaciones.

Primeramente se le presentará un experimento virtual sobre un fenómeno dado para que comprueben lo aprendido en las lecturas. Se le orientará la observación del mismo y la variación de los parámetros que lo caracterizan. Se les presentará un conjunto de preguntas las cuales deben responder a partir de la variación de los parámetros que lo caracterizan. Posteriormente se le pedirá la elaboración de un escrito que resuma lo aprendido.

**Contexto:** Este patrón es pertinente para orientar el aprendizaje autónomo de los fenómenos físicos después de haber realizado la lectura de los materiales de texto.

Para la preparación para los experimentos en el laboratorio se elaboró un patrón de experimento virtual.

**Patrón: Experimento virtual (EV)**

**Categoría:** Simulación

**Problema:** Los estudiantes presentan dificultades en la preparación para las prácticas de laboratorio, manifiestan no haber alcanzado la representación mental de los fenómenos electromagnéticos que van a estudiar.

**Solución:** Para lograr que los estudiantes logren llevar la representación de los fenómenos a un plano mental es necesario utilizar recursos que materialicen esas representaciones, para lo cual se debe emplear las simulaciones virtuales. La actividad del estudiante con el micromundo simulado contribuye a consolidar la relación símbolo-objeto a partir de la dinámica de las representaciones.

Primero se les hará un conjunto de preguntas que les permitirán evaluar el estado de conocimiento que poseen sobre el fenómeno a estudiar. Esta primera tarea tributa al metaconocimiento del estudiante, lo que le permitirá percibir los vacíos cognoscitivos y lo motivará hacia la actividad.

Posteriormente se les darán las orientaciones sobre el experimento a realizar, incluido el diseño del experimento si fuera necesario. Se orientará la realización del mismo y el cumplimiento de las tareas orientadas.

Como conclusión se le pide que elabore una cuartilla donde refleje las conclusiones a que ha arribado al realizar la simulación virtual, utilizando como guía las respuestas a las preguntas iniciales. Se le pide que destaque qué nuevo conocimiento ha adquirido con esta simulación.

**Contexto:** Este patrón es pertinente para preparar a los estudiantes para las prácticas de laboratorio de electromagnetismo.

Para la aplicación del conocimiento se utilizó la estrategia didáctica resolución de problemas. Se elaboró un patrón con ese fin que se denominó ejercitación.

**Patrón: Ejercitación para la Aplicación del Conocimiento (EAC)**

**Categoría:** Resolución de problemas

**Problema:** Los estudiantes presentan dificultades en la aplicación del conocimiento en la resolución de problemas, presentan conocimiento más nominal que procedimental.

**Solución:** Para lograr la aplicación del conocimiento en la resolución de problemas es necesario partir de una base orientadora para la acción general, sustentada en la comprensión del fenómeno y las leyes que lo describen.

Primeramente se debe orientar al estudiante el método general de resolución de problemas relativo a ese fenómeno que toma en cuenta las fases de análisis del problema, construcción de la solución y evaluación de la solución. La segunda actividad consiste en solicitarle al estudiante que aplique el método orientado a los problemas resueltos sobre esta temática que están contenidos en el texto. Posteriormente se les orienta los problemas que debe resolver y por último se les proporciona la retroalimentación de las respuestas a los mismos.

**Contexto:** Este patrón es pertinente para el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas de forma autónoma.

Estos patrones fueron empleados junto a otras actividades de aprendizaje para realizar el microdiseño de las unidades didácticas. Por ejemplo, para la motivación de algunas unidades didácticas se utilizaron *applets* relativos a fenómenos de la Física relacionados con las esferas de actuación del ingeniero electricista.

Para la elaboración del curso se utilizó el software *Exelearning*, el cual es un programa de edición de web didácticas o cursos web, es de código abierto, sencillo e incorpora herramientas que posibilitan la construcción de patrones y la exportación del curso o sus partes como objetos SCORM. Los *applets* utilizados en el mismo fueron obtenidos de “Siscomfis: Simulaciones computacionales de Física” (Álvarez, 2009). El curso se exporta como un sitio web, en forma de archivo comprimido con un tamaño aproximado de 4 MB, lo que lo hace fácilmente portable en memorias USB de pequeño tamaño. Su portabilidad favorece la usabilidad, dado que los estudiantes lo pueden copiar y utilizar en cualquier lugar en donde tengan acceso a una computadora.

La web didáctica contiene las orientaciones para el aprendizaje autónomo de todas las actividades programadas en el curso, tales como conferencias, clases prácticas, seminarios, laboratorios virtuales y laboratorios reales. Para el aprendizaje del contenido tratado en las conferencias se utilizaron los patrones de lectura comprensiva basada en preguntas, lectura comprensiva basada en mapas conceptuales y simulación virtual para la comprensión de fenómenos electromagnéticos; para las clases prácticas se utilizó el patrón de ejercitación, mientras que para los laboratorios virtuales se utilizó el de experimento virtual. Al inicio de cada tema y unidad didáctica se ofrece información para orientar al estudiante sobre su contenido y motivarlo.

A continuación se muestran imágenes de la didáctica para el aprendizaje del electromagnetismo.



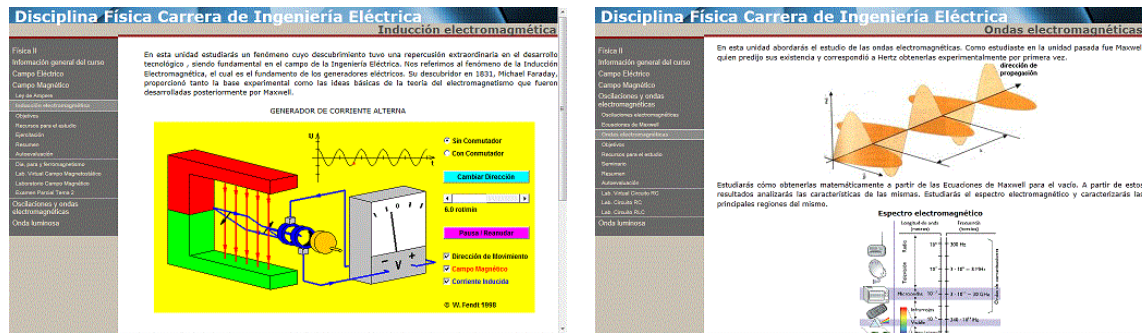


Figura 4: Páginas de la web didáctica

### Discusión de los resultados

La web didáctica Física II para la carrera de Ingeniería Eléctrica se utilizó en el curso 2011-1012 en el grupo de segundo año del curso regular diurno, como guía para el aprendizaje autónomo de los estudiantes (versión 1.0). Su utilización permitió identificar algunas insuficiencias en torno a su diseño.

En la segunda versión que se aplicó el curso 2012-2013 se introdujeron un mayor número de *applets* y se incorporaron los resúmenes y las autoevaluaciones en las unidades didácticas. La web didáctica se colocó en el sitio de acceso al ftp de la carrera, para que los estudiantes la descargaran, así como se implementó en el laboratorio de computadoras de la facultad para su consulta. Además fue utilizada como recurso en los laboratorios virtuales programados en el curso.

Para evaluar la usabilidad de la web didáctica se aplicó la técnica de grupo focal. La totalidad del grupo (49 estudiantes) utilizó la Web didáctica en los laboratorios virtuales y en menor grado para la preparación para los seminarios. Un total de 22 estudiantes reconocieron utilizaron la Web didáctica para guiar su aprendizaje autónomo de todo el curso. De estos se seleccionaron 15 estudiantes que tenían características homogéneas en cuanto a resultados docentes para crear el grupo focal.

El grupo focal se desarrolló en un aula, se elaboró un guión con las preguntas a realizar y se seleccionó el relator que debía anotar las respuestas y observar las reacciones de los participantes. La aplicación de la técnica duró aproximadamente dos horas.

Los principales resultados fueron:

1. **Usabilidad de la web didáctica:** Los estudiantes ponderaron la usabilidad de Web didáctica para guiar su aprendizaje autónomo. Reconocieron la pertinencia de contar con un curso en el cual estaban planificadas todas las actividades que ellos debían desarrollar para lograr el aprendizaje del mismo, especialmente, porque les permitía prepararse con tiempo para todas las actividades prácticas.
2. **Coherencia entre objetivos, actividades y evaluación:** Los estudiantes expresaron que los objetivos los orientaron a la actividad que debían desarrollar y que después iba a ser evaluada, existiendo correspondencia entre estos elementos.

3. **Patrones para la comprensión.** En relación con los patrones utilizados para la comprensión, consideraron muy eficaz el de simulación virtual para la comprensión de fenómenos electromagnéticos y en segundo orden el de lectura comprensiva basado en preguntas. El patrón de lectura comprensiva basado en mapas conceptuales fue el que menos aceptación tuvo por la complejidad conceptual del mismo.
4. **Patrón para la experimentación.** Relativo al patrón experimento virtual se manifestó satisfacción por parte de los estudiantes, los resultados alcanzados en los laboratorios reales fueron satisfactorios, además de que la experimentación virtual tiene un componente lúdico que los motivó a emplearla para su aprendizaje.
5. **Patrón para la ejercitación.** Los estudiantes reconocieron como muy favorable el contar con los métodos para la solución de los problemas de cada área del conocimiento, así como con la retroalimentación a los ejercicios.
6. **Otros elementos del diseño del aprendizaje.** Los estudiantes destacaron dos elementos que los ayudaron mucho, el empleo de resúmenes en las unidades didácticas a partir de sintetizar los conocimientos con esquemas e imágenes; y el empleo de las autoevaluaciones con la retroalimentación formativa que les hacía reforzar los conocimientos y habilidades evaluadas. Señalaron que el empleo del examen SCORM fue muy oportuno para prepararlos para los controles parciales, pues los hizo reflexionar y estudiar en cada intento que hacían por mejorar su puntuación debido a que solo les daba la puntuación obtenida y no les decía dónde fueron los errores. Sin embargo el nivel de satisfacción con el mismo no fue alto.
7. **Factores negativos:** Los estudiantes señalaron como el principal factor negativo las insuficiencias que existen en relación a la accesibilidad a las computadoras.

Los resultados del examen final evidenciaron que el 90,4 % de los estudiantes que declararon haber utilizado la Web didáctica de forma sistemática aprobaron el ejercicio evaluativo, en contraposición con que solo lo aprobaron el 7% de los que no la utilizaron. Con el examen extraordinario se alcanzó un 100 % de los que la utilizaron contra un 51,8% de los que no la utilizaron. Hay que destacar que los autores reconocen que los estudiantes más motivados por el estudio, son los que hacen un mayor uso de los recursos a su disposición y por ende obtienen mejores resultados, pero a pesar de eso, se manifiesta una diferencia significativa entre los resultados.

## Conclusiones

El empleo de las web didácticas para dirigir el aprendizaje autónomo de la Física en los estudiantes es hoy en día una necesidad de la educación superior; la efectividad en su diseño se sustenta en el alineamiento constructivo, estableciendo la coherencia entre objetivos, actividades de aprendizaje y evaluación.

El diseño del aprendizaje en los cursos de Física debe integrar patrones relativos a simulaciones virtuales de fenómenos y resolución de problemas, junto a patrones generales para la comprensión, los que unidos proporcionan un andamiaje para la elaboración de los cursos.

La utilización de la web didáctica de Física II por estudiantes del segundo año del curso regular diurno de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Camagüey, significó para los mismos una guía eficiente para su aprendizaje autónomo, propiciando mejores resultados académicos.

**Recibido: julio 2014**

**Aprobado: octubre 2014**

### **Bibliografía**

Alvarez, C. (2009). *Siscomfis: Simulaciones computacionales de Física*. Camagüey: Universidad de Camagüey, Centro Nacional de Derecho de Autor, resisto 365-2009.

Bartolomé, A. (Abril de 2004). Monográfico de Blended Learning. *Pixel Bit*, 23(4), recuperado el 15 de mayo del 2012 de <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n23/n23art/artpre.htm>.

Biggs, J. (1999). *Teaching for Quality Learning at University*. Buckingham: SRHE and Open University Press.

Cabero, J., & Gisbert, M. (2005). *La formación en Internet. Guía para el diseño de materiales formativos*. Sevilla: MAD-Eduforma-Trillas.

González, A. (15 de julio de 2012). Patrones en aprendizaje: concepto, aplicación y diseño de un patrón. *RED. Revista de Educación a Distancia*(31), recuperado el 20 de septiembre del 2012 en <http://www.um.es/ead/red/31/>.

Horrutiner, P. (2007). Una nueva generación de planes de estudio. *Revista Pedagogía Universitaria*, XII(4), 133-157.

Johnson, L., Adams, S., & Cummins, M. (2012). *The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*. Austin: The New Media Consortium.

Legañoa, M. (1999). *Empleo de los Materiales Educativos Computarizados en la Enseñanza del Electromagnetismo. Tesis doctoral inédita*. Camagüey: Universidad de Camagüey.

Legañoa, M. (2010). *Guías didácticas para la modalidad semipresencial, material del curso de Guías didácticas*. Camagüey: Universidad de Camagüey. Inédito.

Lockyer L., B. S. (2009). *Handbook of Research on Learning Design and Learning Objects: Issues, Applications, and Technologies*. Information Science Reference, USA.

Teachers' Aids on Creating Content for Learning Environments (TACLE). (2009). *The e-learning handbook for classroom teachers*. (J. Hughes, Ed.) Brussels.

UNESCO. (2009). Nuevas dinámicas de la Educación Superior. *Conferencia Mundial de Educación Superior*. París: Recuperado el 27 de noviembre de 2009 de <http://www.unesco.org/es/wche2009/resources/the-new-dynamics/>.