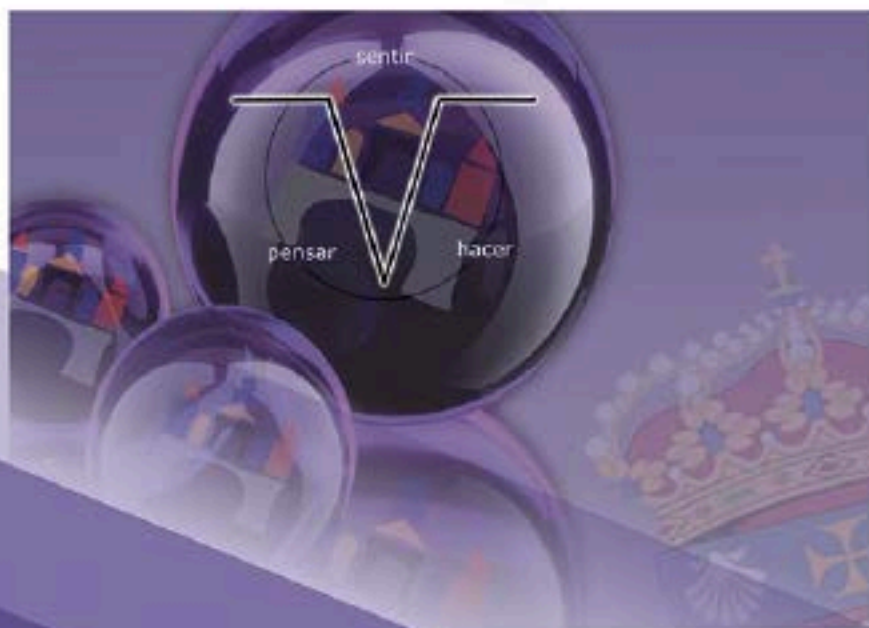


**VII ENCUENTRO INTERNACIONAL SOBRE
APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO**

**V ENCUENTRO IBEROAMERICANO SOBRE
INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS**



ACTIVIDADES EXPERIMENTALES DE FISICA EN UN SISTEMA AUTOMATIZADO EN LINEA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Andrés Z, Ma. Maite¹

Universidad Pedagógica Experimental Libertador-Instituto Pedagógico de Caracas, Dpto. Matemática y Física, Caracas, Venezuela

Resumen

En este trabajo presentamos un sistema automatizado en la web desarrollado con la intención de divulgar los resultados y productos de investigación en el área de las actividades experimentales para el aprendizaje de la física desde un referente cognitivo y epistemológico, así como para brindarle documentos de apoyo y propuestas de actividades a docentes y estudiantes para que los realicen. En la exposición describimos el referente teórico del modelo que seguimos para promover la mediación del aprendizaje en este tipo de actividades, la metodología seguida para el diseño del sistema y la descripción de su desarrollo hasta la fase de validación controlada.

Palabras clave: Objetos de aprendizaje, aprendizaje significativo crítico, actividades experimentales, física

Abstract

We present a software automated system web developed with the intention of disseminating results and products of research in the area of learning physics from a cognitive and epistemological reference, and to provide supporting documents and proposals for activities to be performed by teachers and students. In this paper we describe the theoretical reference model we follow to promote mediation of learning during these activities, the methodology for system design and description of the development that it is in to the validation phase controlled.

Keywords: Learning Object, critical meaning learning, experimental work, physics.

Introducción

Las actividades experimentales (AE) en el contexto del aprendizaje de las ciencias son relevantes y parecieran ser insustituibles para algunos fines educativos, que no se logran con otras actividades. A pesar de ser valoradas, su desarrollo tradicional promueve aprendizajes que distan mucho de ser significativos (TOBIN y OTROS, 1994) y una percepción no contemporánea de la naturaleza de la ciencia (RYDER y LEACH, 2000; ANDRÉS, PESA y MENESES, 2006).

En nuestra línea de trabajo, las AE las concebimos como una actividad compleja con indisoluble relación entre lo teórico y lo metodológico. El análisis del proceso desde referentes cognitivos (VERGNAUD, 2007; MOREIRA, 2005) y epistemológicos (ANDRÉS, PESA y MENESES, 2006), nos lleva a plantear que las AE pueden contribuir con: i) el aprendizaje significativo de conocimientos teóricos (conceptos y relaciones asociados con el problema); ii) aprendizajes de orden epistemológico; y iii) aprendizajes referidos a lo metodológico; con mayor o menor énfasis en cada uno según el tipo de AE, pero de manera integrada.

En función de la intencionalidad didáctica hemos caracterizado cuatro tipos de actividades, los cuales desarrollamos con resultados bastante favorables, para el aprendizaje significativo de la física y la construcción de una visión acerca de la naturaleza de la ciencia más contemporánea (ANDRÉS, 2005; CHÁVEZ, 2010; BUITRAGO, 2012; FERREIRA, 2014).

Con miras a compartir las actividades experimentales de física diseñadas, con este enfoque problematizado para el aprendizaje significativo con otros docentes y estudiantes, hemos diseñado un sistema automatizado en la web que presentamos en este trabajo.

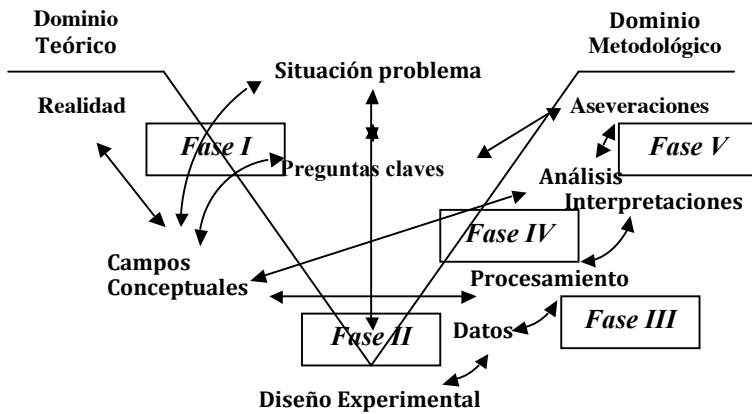
Las actividades experimentales: Una mirada no tradicional.

El progreso de la ciencia parece darse en la medida en que las teorías y modelos construidos resuelven o eluden problemas empíricos o conceptuales, aceptándose la coexistencia de programas rivales. Estos cambios son graduales y el avance en la teoría y en lo experimental pueden no ser simultáneos (LAUDAN, 1986; FRANKLIN, 2002). Por ello, en la enseñanza de la ciencia es necesario plantear una variedad de situaciones didácticas problematizadas que involucran el uso de diversos métodos en una dialéctica con el corpus teórico que se asume. En consecuencia, las intencionalidades didácticas de las diversas tareas de laboratorio resultan diferenciadas, por lo que preferimos denominarlas Actividades Experimentales (AE).

¹ Coordinadora Grupo de Investigación: Carlos Buitrago, José Ferreira, Jose Luis Chavez. Investigadores colaboradores: Maria Luz Castellanos, Douglas Figueroa, Jesús Campos. Programador-diseñador: Jesus Chong.

Entre las AE mas usadas para promover el aprendizaje de la fisica encontramos las demostraciones y los trabajos de laboratorio y con menos frecuencia, los trabajos de campo. Recientemente se han incorporado las simulaciones que si bien no son experimentos, representan fenómenos fisicos mediante modelos contruidos desde un referente teórico, con un virtual contexto real.

En el ámbito educativo resulta necesario que las interrelaciones entre teoría y modelos, y experimentos se



hagan explícitas. Con miras a facilitar la toma de conciencia de esta dinámica, hemos agrupado las tareas propias del hacer experimental en Fases; lo cual representamos mediante la heurística: V epistemológica de Gowin (NOVAK y GOWIN, 1984) (Figura 1), cuyo uso como herramienta metacognitiva ha resultado favorable (GARCÍA, INSAUSTI y MERINO, 2003; ANDRÉS, MENESES y PESA, 2006).

Figura 1. Proceso del desarrollo de un trabajo de laboratorio a partir de una situación problema, desde el quehacer científico. Fases: I. Análisis conceptual del problema; II. Diseño experimental; III. Recolección y Evaluación de datos; IV. Transformación, Análisis e Interpretación de datos; V. Conclusiones y Divulgación.

A la luz de la teoría de campos conceptuales (TCC) hemos analizado los procesos cognitivos propios de la actividad experimental. Con este referente hemos construido un modelo de aprendizaje (MATLaF) para representar la dinámica cognitiva de los estudiantes, cuando se enfrentan a la resolución de situaciones problemáticas en el contexto de un laboratorio de física (ANDRÉS, PESA y MENESES, 2006). El ciclo mostrado se repite ante cada subtarea del proceso experimental (fase) (Figura 2).

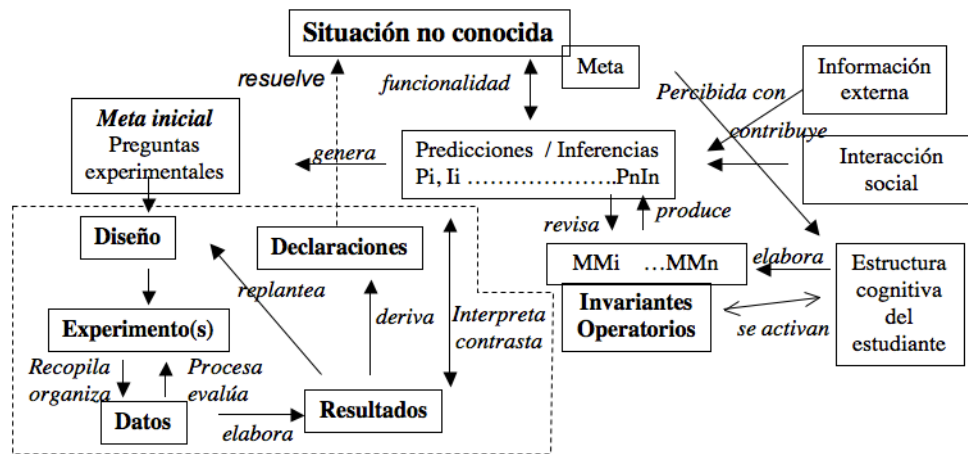


Figura 2. Modelo Dinámico de Aprendizaje en el Trabajo de Laboratorio de Física (MATLaF).

Entonces ¿qué aprendizajes sobre ciencias podemos fomentar con las actividades experimentales?

En relación con las actividades experimentales que se han venido implementando para el aprendizaje de las ciencias, y en particular de la física, podemos mencionar: las demostraciones, las simulaciones, los trabajos de laboratorio y los trabajos de campo.

- *Demostraciones* son fenómenos provocados de manera intencional para poner en evidencia un evento que genera sorpresa, ilustra alguna relación conceptual o pone en cuestión algunos significados. Puede

permitir la interacción con el observador y replicar las condiciones iniciales para volver a observar el resultado.

- *Simulaciones*, resultan una recreación de algún fenómeno diseñado a partir de un modelo teórico relacional asumido. las incluimos en este grupo dado el incremento en su producción y uso en la enseñanza. No son realmente una actividad experimental pues no exponen el fenómeno real.
- *Trabajos de laboratorio*, resultan una actividad de vieja data en el contexto educativo, que se realiza en el contexto de un ambiente de laboratorio donde se replican experimentos propiamente dichos para la enseñanza. El problema puede implicar una exploración, un estudio relacional o una aplicación.
- *Trabajos de campo*, actividades poco empleadas en el aprendizaje de la física, cuya ejecución implica un contacto con fenómenos naturales que ocurren en contextos reales con fines educativos. En tal sentido, se realizan fuera del ambiente de aula o laboratorio.

En una revisión realizada hasta 2013 encontramos que la intencionalidad didáctica de cada una ellas no parece estar declarada y discriminada, como que todo vale para todo (BUIRAGO, 2013). En tal sentido, iniciamos una línea de trabajo acerca de las potencialidades didácticas de cada AE con miras a orientar la toma de decisión acerca de su incorporación en un plan didáctico (ob cit.). En el Cuadro 1 mostramos las que hemos considerado más características de cada tipo de AE con miras a promover aprendizaje significativo.

Cuadro 1. Potencialidades didácticas de las cuatro tipo de Actividades Experimentales.

AE	Potencialidades Didácticas para el Aprendizaje Significativo de la Física
Demostraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Fomentar la disposición para el aprendizaje. - Mostrar a la física como una ciencia natural. - Facilitar una representación directa y sencilla de conceptos mediante fenómenos físicos que se quiere sean modelados o que se están explicando. - Interaccionar con situaciones que dan sentido a conceptos que presenten dificultades para ser comprendidos. - Debatir sobre los conocimientos en situaciones en donde la intuición resulta ser un obstáculo. - Ofrecer una adecuada contextualización y posibilitar la interacción con modelos de la ciencia. - Posibilitar la participación y observación directa del estudiante, facilitando la comunicación profesor-estudiante y entre pares.
Simulaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Indagar sobre sistemas físicos controlados. - Representar sistemas físicos complejos, abstractos o riesgosos para su reproducción en el laboratorio. - Coadyuvar en el proceso de comprensión de relaciones en el aprendizaje de conceptos. - Resolución de problemas.
Trabajos de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Construir una visión contemporánea acerca de la naturaleza de la ciencia. - Derivar implicaciones experimentales desde modelos teóricos empleados en el análisis de un problema. - Diseñar experimentos (exploratorios, relacionales o de aplicación). - Comprender principios de los instrumentos de medición. - Valorar y calcular la fuentes de error experimental. - Apropiarse de métodos y técnicas de medición en fenómenos controlados. - Derivar declaraciones de conocimiento y valor del trabajo experimental.
Trabajos de campo	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualizar conocimientos teóricos para comprender la realidad. - Apropiarse de métodos y técnicas de recolección de datos en fenómenos naturales no controlados. - Observar, organizar, transformar, analizar e interpretar de datos. - Tomar conciencia de la complejidad de los fenómenos naturales no controlados, y la necesidad de modelar y trabajar de manera interdisciplinaria.
Comunes a las tres AE previos	<ul style="list-style-type: none"> - Construir modelos. - Contrastar modelo-experimento. - Observar, organizar, transformar, analizar e interpretar de datos. - Comunicar resultados y procesos. - Aprender a colaborar y compartir con sus pares en una interacción social constructiva.

La mediación del aprendizaje de la ciencia con recursos digitales.

La incorporación de recursos digitales a la educación (RDE) ha permitido ampliar el ámbito educativo hacia espacios difusos, en el que se generan dinámicas colaborativas e interactivas de diverso tipo. Existen numerosos catálogos (repositorios) con la descripción de recursos digitales desarrollados, algunos son informativos, aunque cada vez más se desarrollan RDE orientados a promover aprendizajes tal que puedan ser utilizados en función de las necesidades de los usuarios. Este tipo de recurso recibe una denominación que parece generalizarse, Objeto de Aprendizaje.

Los Objetos de Aprendizaje (OA) son recursos digitales creados con algún objetivo educativo específico, los cuales pueden ser utilizados, adaptados, editados y/o combinados para diversos ambientes de enseñanza/aprendizaje desde internet (WILEY, 2000). Los OA como un bien público son de contenido abierto y gratuito. Su desarrollo implica atender tres dimensiones: i) la *pedagógica*, la orientación teórica que se asuma determina la secuencia de enseñanza-aprendizaje en relación con un contenido determinado; ii) la *tecnológica*, establece lo relativo a los estándares que debe satisfacer un OA como producto tecnológico (la más desarrollada por los especialistas de computación); iii) la *interacción ser humano-computador*, se refiere a los aspectos a tener en cuenta para lograr la disposición del usuario hacia el aprendizaje, condición psicológica cognitiva y afectiva, necesaria en el proceso aprendizaje; y a los aspectos de orden tecnológico para permitir el acceso de cualquier usuario (conectividad, plataformas, atención a discapacidades...).

En el área del aprendizaje de las ciencias, cada día se producen nuevos OA para diversos contenidos, niveles educativos e idiomas; sin embargo, relacionados con las actividades experimentales lo que predomina son las simulaciones acerca de fenómenos y tareas metodológicas propias del laboratorio y "experimentos virtuales" donde emplean instrumentos de medida virtuales para realizar algunos aprendizajes propios del hacer experimental real. Consideramos que este tipo de OA puede coadyuvar en el aprendizaje de la ciencia, pero no sustituir el trabajo experimental real. También están los laboratorios remotos, experimentos reales a los que se accede a distancia, pero son pocos y de acceso restringido.

En tal sentido, nos planteamos producir objetos de aprendizaje que le ofrezcan a docentes y estudiantes actividades experimentales sobre temas de física que pueden implementar en el contexto de aprendizaje que decidan, descargables en forma gratuita. Están desarrollados a partir de las diversas AE que ha diseñado el grupo de investigación desde el referencial descrito y evaluado en el aula. Esto acompañado con otros recursos digitales como publicaciones, tutoriales y ejemplos para la comprensión y adecuación de las OA-AE propuestas. Consideramos que este sistema puede ser una adecuada y pertinente contribución.

Los siguientes objetivos que nos planteamos son:

- Presentar en un sistema automatizado en la web, Actividades Experimentales propuestas para el aprendizaje significativo de la física que contribuyan con la transformación de las tradicionales prácticas de laboratorio que se realizan en los centros educativos.
- Establecer comunicación con los potenciales usuarios a fin de constituir una comunidad colaborativa de docentes, estudiantes y docentes-investigadores (usuarios y administradores) que permita a largo plazo el crecimiento del sistema.
- Evaluar el sistema desde lo tecnológico, su contenido y usabilidad.

Metodología

El desarrollo del sistema implicó el siguiente plan de trabajo:

1. Identificación de necesidades

- ¿Para qué se desarrolla el sistema? ¿qué deseamos suceda a raíz de la publicación?
- Caracterizar los usuarios intencionales a los cuales se dirigirá el sistema.

2. Diseño y análisis del sistema.

- Selección del sistema más conveniente.
- Definir la estructura y las rutas más adecuadas para el logro de las metas en atención a los usuarios así como la presentación y organización de los contenidos.

3. Preparación de los objetos de aprendizaje sobre actividades experimentales a cargar en el sistema.

4. Construcción del sistema de software.

- Diseñar los subsistemas de contenidos referenciales y de Actividades Experimentales según tipo.
- Diseñar la base de datos.

- Establecer los medios para la comunicación usuario-administrador/investigador.

5. Evaluación del sistema de software.

- Evaluación y ajuste técnico-didáctico del sistema de software en la web en modo de prueba.
- Evaluación controlada del sistema de software con usuarios en línea.

6. Implementación final del sistema de software, seguimiento y mantenimiento.

Resultados

Dado que estamos ante un trabajo de investigación y desarrollo, los resultados corresponden a los productos de las etapas citadas. A continuación presentamos el producto de las cuatro primeras etapas culminadas y la primera etapa de la fase de evaluación.

1. El sistema ha sido desarrollado para que estudiantes y profesores puedan buscar información acerca de actividades experimentales (AE) para el aprendizaje de la física y ejecutarlas en el contexto educativo en el que se encuentren; además, puedan encontrar recursos con las orientaciones mediadoras teórica-metodológicas que fundamentan la propuesta con la intención de contribuir a la transformación de las tradicionales prácticas de laboratorio estructuradas y centradas en lo instrumental.

También permitirá la comunicación de los usuarios con los administradores/investigadores de manera voluntaria, quienes podrán enviar sus resultados, consultas y/o propuestas -previo registro- y recibir retroalimentación con una potencial incorporación al sistema.

El sistema está dirigido intencionalmente a dos tipos de usuarios:

- *Estudiantes*: los que están aprendiendo física y les interesa o requieren de propuestas de actividades experimentales educativas de física, quienes acceden de manera voluntaria o motivados por docentes.
- *Docentes*: los que administran cursos donde enseñan física de los niveles de Educación Básica y/o primeros semestres universitarios, quienes requieren o se pueden interesar en las propuestas de actividades experimentales educativas de física con un enfoque alternativo al tradicional, factibles de implementar en sus centros educativos.

Pensamos que entre los usuarios haya docentes innovadores y estudiantes creativos que interaccionen con los diseñadores y aporten mejoras y/o nuevas propuestas de actividades experimentales. La expectativa es construir una comunidad de usuarios/administradores/investigadores que permite el crecimiento y evolución del sistema y del área de investigación.

2. De las diversas opciones computacionales analizadas: repositorio, plataforma Moodle, plantillas de páginas web, sistema automatizado en la web, consideramos la última como la más adecuada para las intenciones planteadas, ya que brinda un sistema flexible con componentes autónomos y adaptables según las necesidades de los usuarios, pudiendo estos ser enlazados a sus cursos en línea o presenciales. Además puede ser catalogado en repositorios de interés sobre RDE y/o OA.

La estructura del sistema consta de *un primer plano* con la información general del mismo y su propósito que contiene RDE: i) documentos referenciales teóricos, investigativos y didácticos producidos por el grupo de investigación (artículos, monografías, diagramas); ii) tutoriales referidos a tareas de los procesos y subprocesos de una actividad experimental (fases) y su representación en la V del Laboratorio, y enlaces a otros sistemas; e iii) índice de actividades experimentales semidesarrolladas propuestas. En *segundo nivel* se verán los OA sobre las AE, una a la vez, presentadas en el marco de la V del Laboratorio.

3. Los tipos de actividades experimentales para promover el aprendizaje significativo de la física que se incluyen son: Trabajo de laboratorio, Demostraciones, Simulaciones, Experiencias de campo, sin terminar y con diferente grado de desarrollo. Cada una se organiza como un Objeto de Aprendizaje y parte de una *Situación Problema*; algunas son abiertas, mientras que otras tendrán desarrolladas las Fases I y II, o parcialmente la Fase III (mediciones ya realizadas con equipos de medidas en tiempo real o sobre videos)

(Cuadro 2). En el caso de las Simulaciones, se contempla también la posibilidad de enlazar con algunas ya existentes en internet, problematizándolas.

Cuadro 2. Tipos de Actividades Experimentales propuestas en el sistema y Fases desarrolladas.

Tipo de AE	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
1.1 Trabajo de laboratorio con video, TLV	Si	Si	No	No	No
1.2 Trabajo de Laboratorio con data, TLD	Si	Si	Si	No	No
1.3 Trabajo de Laboratorio con diseño, TLDP	Si	Si	No	No	No
1.4 Trabajo de Laboratorio propuesto, TLP	No	No	No	No	No
2.1 Demostraciones con video, DV	Si	Si	No	No	No
2.2 Demostraciones sin video, D	Si	Si	No	No	No
3.1 Simulaciones Mediadas, SM	Si	Si	No	No	No
3.2 Simulaciones Libres, SL	No	No	No	No	No
4. Experiencias de campo, EP	No	No	No	No	No

Mostraremos a continuación cómo organizamos una Actividad Experimental como un Objeto de Aprendizaje que será ejecutado sin el computador. En la Figura 3 vemos la pantalla (versión 1.0) que visualizará el usuario al selección una AE. En ella encontrará la Situación Problema propuesta y los descriptores de los elementos de la V con las Fases; al pasar el puntero por cada uno de estos se despliega un recuadro con información breve acerca de lo que cada uno implica.

En función del grado de desarrollo de la AE, pueden activarse la Fase I, II o III con lo cual verá el contenido correspondiente en un archivo pdf; también puede visualizar los videos si es el caso. Cada AE se acompaña con: *Información General* (Metadatos) donde se indica el tipo de AE, nivel educativo, temática, potenciales aprendizajes, autoría, fecha de creación; una *Ruta de Aprendizaje*, en la cual se orienta qué hacer para culminar el trabajo con preguntas que incitan a la reflexión, búsqueda de información y toma de decisiones y



autoevaluación (Anexo); *Sugerencias Didácticas* para el mediador. Además, tiene un enlace para la comunicación (*Mis aportes*) con el cual podrán remitir sus resultados, comentarios o nuevas propuestas de AE previo registro en el sistema. Por último, tiene un botón que permite descargar los contenidos visualizados en un único documento.

Figura 3. Pantalla de una Actividad Experimental.

Perspectivas

El sistema se encuentra en la fase de evaluación en modo de prueba (www.fislabeledu.org.ve/test) para su ajuste técnico-didáctico con varias actividades experimentales. Podremos presentar el sistema abierto al público en el corto plazo, para la etapa siguiente etapa de evaluación.

Con este trabajo damos cuenta de cómo el uso de la web permite poner a disposición de los docentes los resultados de investigación en el campo de la enseñanza de la ciencia y en particular, de las actividades experimentales.

La evaluación durante su implementación permitirá hacer ajustes tanto al sistema como a los respectivos objetos de aprendizaje cargados. Además, tendremos insumos para valorar el impacto en el aula del enfoque propuesto para las Actividades Experimentales.

- Proyecto 2679, financiado por el FONACIT-MCyT, Venezuela

Referencias

ANDRÉS, Ma. M. *Diseño del trabajo de laboratorio con bases epistemológicas y didácticas: caso carrera de docentes de Física*. Disertación Doctoral. Universidad de Burgos España. 2005.

- ANDRÉS, Ma. M., PESA, M. y MENESES, J. El aprendizaje en y con las actividades experimentales en los cursos de física. *Actas del PIDECA*, Vol. 8. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, 3-42, Brasil: URGFS-UBU. 2006.
- BUITRAGO, C. *Complementariedad de los medios didácticos para el aprendizaje del dominio teórico de la física*. Tesis de Magister en Enseñanza de la Física. UPEL-IPC. Venezuela. 2012.
- CHÁVEZ, J. L. *Efectividad del Video en la Fase de Diseño Experimental de un Trabajo de Laboratorio para el Aprendizaje de la Física*. Tesis of Magister en Enseñanza de la Física. UPEL-IPC. Venezuela. 2010.
- FERREIRA, J. *Efectividad de un módulo con simulaciones interactivas didácticas a distancia para la comprensión conceptual de un modelo físico en un trabajo de laboratorio de física en estudiantes universitarios*. Tesis de Magister en Enseñanza de la Física. UPEL-IPC. Venezuela. 2014.
- FRANKLIN, A. *Experiment in Physics Stanford Encyclopedia of Philosophy* (First published 5/10/1998; revisión 8/10/2002) 1-13. Descargado 20/Oct/2010 en: <http://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment/> 2002.
- GARCIA, P.; INSAUSTI, Ma. J. y MERINO, M. Evaluación de los trabajos prácticos mediante diagramas V. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 2 N° 1. Art. 3. 2003.
- LAUDAN, L. *El progreso y sus problemas*. Madrid: Edt. Encuentro. 1986.
- MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, núm. 6, 83-102. España: La Salle Centro Universitario. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77100606>. 2005.
- RYDER, J. y LEACH, J. Interpreting experimental data: the views of upper secondary school and university science students. *International Journal of Science Education*. 22(10). 1069-1084. 2000.
- TOBIN, K.; TIPPINS, D. y GALLARD, A. J. Research on Instructional Strategies for Teaching Science. En Gabel, Dorothy (ed) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. N.Y.:NSTA. 1994.
- VERGNAUD, G. In what sense the conceptual fields theory might help us to facilitate meaningful learning? *Investigações em Ensino de Ciências*. 12(2). 285-302. 2007.
- WILEY, D. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.). *The Instructional Use of Learning Objects. Online Version*. Descargado 19/Nov/2014, de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc> 2000.

Anexo

RUTA DE APRENDIZAJE: Actividad Experimental TLD: El descenso interrumpido. (Figura 3)

En esta Actividad Experimental están desarrolladas las Fases I, II y parcialmente la Fase III. Para culminar el trabajo es necesario que comprendan y discutan la información dada y así puedan dar respuestas a las preguntas clave, contrastando las hipótesis planteadas. Para las fases que continúan, proponemos las siguientes orientaciones:

Fase III. Procesamiento de datos. Las medidas directas con sus unidades (posición de la esfera, en coordenadas cartesianas $x-y$ o, en coordenadas polares $\theta-r$; tiempo) de las tablas tenemos que transformarlas matemáticamente a fin de dar respuesta a las preguntas claves en atención a los modelos. Para esto analicen cuestiones como:

- ¿Necesitan otras variables (medidas indirectas)? ¿Cuáles? ¿Cómo pueden obtenerlas?
- ¿Qué relaciones entre variables es conveniente representar gráficamente?
- ¿Qué nuevas gráficas pueden derivar de éstas?

Fase IV. Análisis de datos. Analicen los datos de las tablas considerando el modelo teórico, formulen preguntas como: ¿Cómo varía la velocidad angular ω ? ¿Cómo varía la velocidad tangencial v ? ¿Cómo es el radio del círculo? ¿Cómo varían la Energía Potencial, la Energía Cinética y la Energía Mecánica?

Analicen las gráficas experimentales, obtengan los modelos matemáticos correspondientes.

- Determinen los errores experimentales y analicen su origen.
- Comparan los análisis desde los datos y desde los gráficos.
- Contrasten el modelo teórico y modelo experimental.

Fase V. Conclusiones y perspectivas

- Emitan declaraciones de conocimiento (conclusiones) en atención a las preguntas e hipótesis planteadas y otras metas establecidas, además, declaraciones de valor sobre el experimento.
- Preparen una síntesis de la AE.
- La presentación y debate de resultados pueden hacerla entre grupos, por ejemplo con un cartel y/o una presentación digital
- Participen en un debate y crítico constructivo de los procesos y de los productos.
- Realicen una reflexión individual y colectiva sobre los aprendizajes alcanzados y sobre aquellos aspectos que consideran que no han logrado comprender y desarrollar. Pueden emplear el formato de evaluación incluido en los documentos de la página principal.