

Situaciones problema experimentales en línea para el aprendizaje de la física

Situations of online experimental problem for the learning of Physics

Ma. Maite Andrés Zuñeda¹

¹Universidad Pedagógica Experimental Libertador-Instituto Pedagógico de Caracas, Programa de Física, Caracas, Venezuela.

E-mail: maitea2006@gmail.com

Recibido el 15 de junio de 2021 | Aceptado el 1 de septiembre de 2021

Resumen

Se presenta un sistema para la web FisLabEdu que ofrece situaciones problema experimentales (TL) semidesarrolladas para el aprendizaje de la física. Los TL son de diversos tipos, temas y niveles educativos. Su ejecución promueve el uso de tecnologías; y permite incluir tendencias CTIAM. Los TL fueron ensayadas en cursos de laboratorio de la universidad. El diseño responde a un referente cognitivo y epistemológico, y se plantean como situaciones problema. El proceso indagatorio de cada TL contempla una estructura en cinco fases representadas en la V de Gowin, que puede ser vista en línea y descargada en archivos pdf. Cada TL se complementa con una *ruta de aprendizaje* que guía al que aprende, así como *sugerencias didácticas* para facilitadores. Los usuarios pueden enviar sugerencias o propuestas, con miras a la construcción de una comunidad de aprendizaje. Puede ser útil ante carencia de equipos experimentales, dificultad para el montaje del experimento, enseñanza a distancia, etc. La fase referida al *evento* propiamente dicho puede ser parcialmente sustituida con videos y captura de datos mediante herramientas o laboratorios remotos.

Palabras clave: Objetos de aprendizaje; Situaciones problema experimentales; Aprendizaje significativo; Física; Aprendizaje en línea.

Abstract

A system for the FisLabEdu web is presented that offers semi-developed experimental problem situations (TL) for the learning of physics. TLs are of various types, themes, and educational levels. Its execution promotes the use of technologies, and allows including them within STEAM trends. The TLs ties carried out have been developed in laboratory courses at the university. The design responds to an approach based on a cognitive and epistemological referent and proposed as a problem situation. The investigative process of each TL contemplates a structure in five phases represented in Gowin's V, which can be viewed online and downloaded in pdf files. Each TL is complemented by a *learning path* that guides the learner, as well as *didactic suggestions* for facilitators. Users can send suggestions or proposals, with a view to building a learning community. It can be useful in the absence of experimental equipment, difficulty in setting up the experiment, distance teaching, etc. The phase referring to the *event* itself can be partially substituted with videos and data capture through online tools, or remote laboratories

Keywords: Learning Object; Situations labwork; Meaning learning; Physics; Learning online.

I. INTRODUCCIÓN

En el aprendizaje de las ciencias se mantiene el consenso en cuanto a la importancia que tienen las actividades experimentales (AE). Pareciera que algunas intencionalidades educativas solo pueden ser promovidas con este tipo de actividad. Por otra parte desde hace décadas se destaca que su desarrollo tradicional promueve aprendizajes que distan mucho de ser significativos (Tobin *et al.*, 1994) y además, fomentan una percepción no contemporánea de la naturaleza de la ciencia (Ryder y Leach, 2000; Andrés, Pesa y Meneses, 2006).

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Vol. 33, no. 2 (2021)

En nuestra línea de trabajo, concebimos las AE como un proceso complejo en el cual existe una indisoluble relación entre lo teórico (ideas) y lo práctico (acciones). El análisis de este proceso desde referentes cognitivos (Vergnaud, 2007; Moreira, 2005) y desde una postura epistemológica no estándar (Andrés *et al*, 2006), nos lleva a identificar, por un lado, cinco (5) fases durante la indagación-solución del problema, con submetas específicas (fig. 1), y por el otro, tres grandes potencialidades educativas propias de las AE como son:

- i) Aprendizaje significativo referido a lo conceptual-metodológico propio de la AE.
- ii) Aprendizaje significativo (acomodación o consolidación) de contenidos teóricos (conceptos y relaciones) asociados con el problema.
- iii) Aprendizajes de orden epistemológico referidos a la naturaleza de la ciencia.

Estos tres ocurren de manera integrada y con mayor o menor énfasis en cada fase del proceso y según el tipo de AE. En tal sentido, desde este enfoque problematizado hemos desarrollado actividades experimentales de física de diversos tipos, con resultados empíricos 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, 2011; Chávez, 2010; Buitrago, 2012; Ferreira, 2014).

Entre las AE consideramos: Las demostraciones; los trabajos de laboratorio y de campo, y las simulaciones ya que cada vez son más empleadas. Cada una tiene sus propias potencialidades didácticas.

Con miras a compartir actividades experimentales diseñadas para el aprendizaje de la física, con una mayor comunidad de docentes y estudiantes, hemos diseñado el sistema online que presentamos en este trabajo.

A. Las actividades experimentales: Una mirada no tradicional.

El progreso de la ciencia parece darse en la medida en que las teorías y modelos construidos explican, resuelven o eluden problemas empíricos o conceptuales, aceptándose la coexistencia temporal de programas rivales. El avance en la teoría y en lo experimental es gradual y por lo general, asincrónico (Laudan, 1986; Franklin, 2003). Por ello, en la enseñanza de la ciencia es necesario plantear variedad de situaciones didácticas experimentales problematizadas que den cuenta de la naturaleza de la ciencia.

En el ámbito educativo resulta necesario hacer explícitas las interrelaciones entre teoría, modelos y experimentos. En el hacer del trabajo de laboratorio, encontramos variadas tareas que implican a su vez agregados de Actividades Experimentales (AE) con intencionalidades didácticas diferenciadas. Con miras a facilitar la toma de conciencia de esta dinámica, identificamos cinco Fases, que representamos mediante la heurística: V epistemológica de Gowin (Novak y Gowin, 2002) (figura 1), cuyo uso como herramienta metacognitiva ha resultado favorable (García, Insausti y Merino, 2003; Andrés *et al.*, 2006).

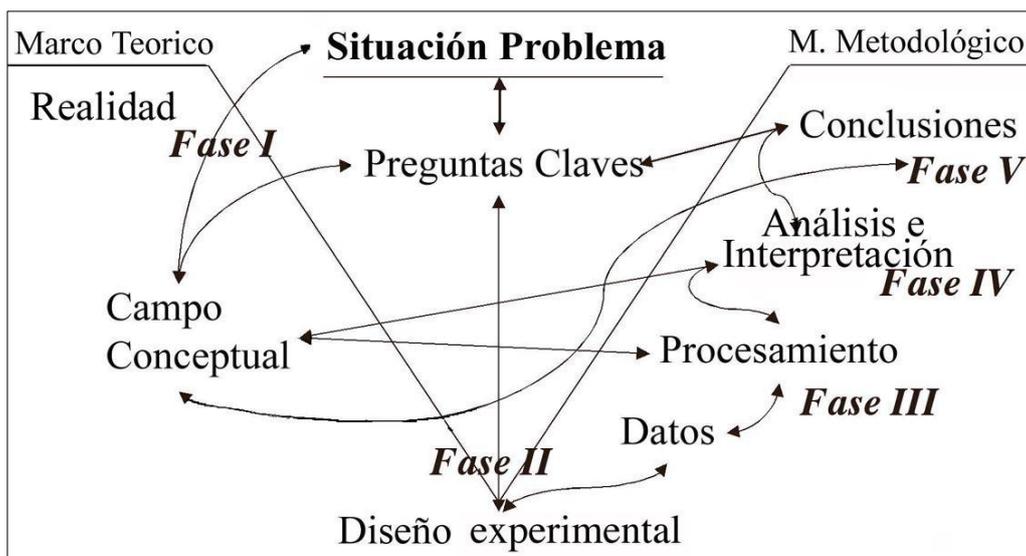


FIGURA 1. Fases del desarrollo de una Actividad Experimental a partir de una situación problema. Fases: I. Análisis conceptual del problema, preguntas y hipótesis; II. Diseño experimental/campo; III. Recolección y Evaluación de datos; IV. Transformación, Análisis e Interpretación de datos; V. Conclusiones y Divulgación.

A la luz de la Teoría de Campos Conceptuales (TCC) hemos analizado los procesos cognitivos propios de la actividad experimental y hemos construido un modelo del aprendizaje en dicha tarea (MATLaF) que representa la dinámica cognitiva de los estudiantes, cuando se enfrentan a la resolución de situaciones problemáticas novedosas en el contexto de una AE de física (Andrés *et al.*, 2006). El ciclo mostrado se repite para cada subtarea (fase) del proceso experimental (figura 2).

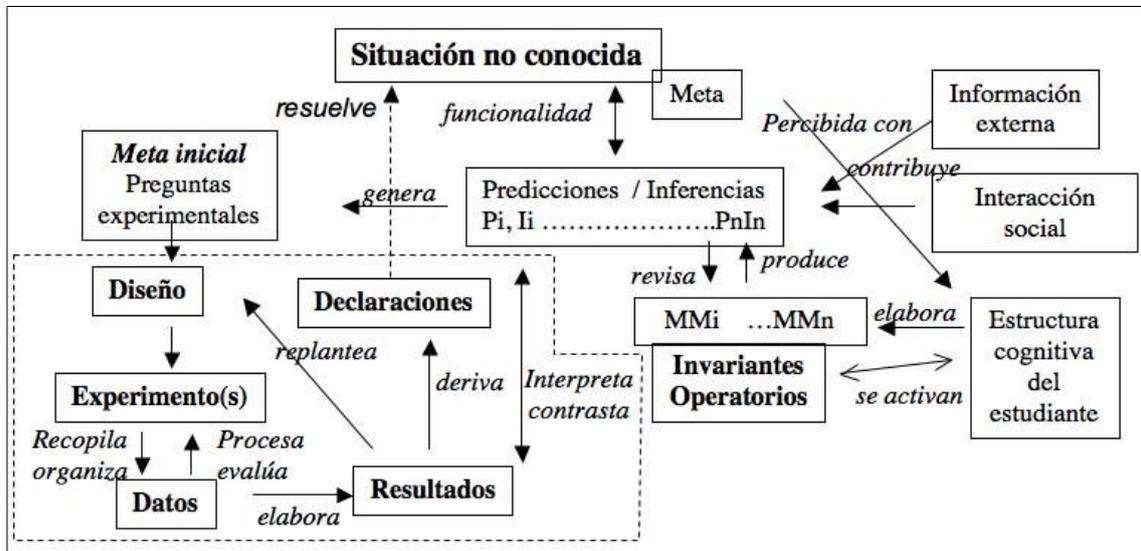


FIGURA 2. Modelo de Aprendizaje en el Trabajo de Laboratorio de Física (MATLaF). En una Situación no conocida, su Meta es percibida y procesada con los esquemas conceptuales-operativos propios (IO), permitiendo la elaboración Modelos mentales (MM) y las Predicciones (P_i a P_n) e inferencias (I_i a I_n) de manera recursiva; en el proceso de aprendizaje se promueve la interacción social e incorporan informaciones externas. De esta forma se construyen, ejecutan y evalúan planes de acción; esto en proceso de lograr las submetas de la fases del trabajo experimental, con miras a alcanzar una solución del problema planteado (Metas iniciales).

B. ¿Qué aprendizajes sobre ciencias podemos fomentar con las actividades experimentales?

En relación con las AE que se han venido implementando para el aprendizaje de las ciencias, y en particular, de la física, establecemos cuatro tipos:

- *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. Pueden permitir la interacción con el observador y replicar las condiciones iniciales para volver a observar el resultado.
- *Simulaciones*, resultan una re-creación de un fenómeno diseñado a partir de un modelo teórico asumido, en un contexto virtual, se pueden recolectar datos (teóricos). Las incluimos en este grupo dado el incremento en el uso para la enseñanza, sobre todo en el ámbito experimental.
- *Trabajos de laboratorio*, resultan ser las actividades mas comunes en el contexto educativo, se realizan por lo general en el contexto de un ambiente de laboratorio donde se replican experimentos propiamente dichos para la enseñanza. El tipo de problema experimental que se plantee puede generar: una actividad de exploración-modelización, un estudio relacional, o una aplicación de modelos a problemas contextualizados de tipo ingenieril.
- *Trabajos de campo*, actividades poco empleadas para el aprendizaje de la física, cuya ejecución implica un contacto con los 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 2012 encontramos que la intencionalidad didáctica de las AE no parece estar declarada y discriminada, como si un *todo vale para todo* (Buitrago, 2012). En tal sentido, iniciamos una línea de estudio acerca de las potencialidades didácticas de las AE con miras a orientar la toma de decisiones educativas (ob. cit.). En la tabla I mostramos las que hemos considerado propias de cada tipo de AE para el aprendizaje significativo.

TABLA I. Potencialidades didácticas de cuatro tipos de Actividades Experimentales en el Aprendizaje de la Física.

Actividad Experimental	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 del estudio de la naturaleza. - Facilitar una representación directa y sencilla de conceptos mediante fenómenos físicos que se desea modelar o que se están explicando. - Interaccionar con eventos que dan sentido a conceptos que presenten dificultades para ser comprendidos. - Debatir sobre los conocimientos adquiridos en situaciones 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 las 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 datos. - Tomar conciencia de la complejidad de los fenómenos naturales no controlados, y la necesidad de modelar y trabajar de manera interdisciplinaria.
Comunes a todas	<ul style="list-style-type: none"> - Construir modelos. - Contrastar modelo-data experimental. - Observar, organizar, transformar, analizar e interpretar datos. - Comunicar resultados y procesos y establecer consensos de manera crítica. - Aprender a colaborar y compartir con sus pares en una interacción social constructiva.

C. La mediación del aprendizaje de la ciencia con recursos digitales.

La incorporación de recursos digitales para la educación (RDE) ha permitido ampliar el ámbito educativo hacia espacios difusos, en el que se pueden generar dinámicas colaborativas e interactivas de diverso tipo. Existen numerosos repositorios con la descripción de RDE desarrollados. Cada vez hay más RDE que puedan ser utilizados libremente en función de las necesidades de los usuarios, los cuales reciben una denominación que parece generalizarse, *Objeto de Aprendizaje (OA)*.

Los OA son entonces recursos digitales creados con algún objetivo educativo específico, que pueden ser reutilizados, adaptados, editados o combinados, en diversos ambientes de enseñanza/aprendizaje, accesibles desde internet (Wiley, 2000). Los OA, como un bien público, son de contenido abierto y gratuito, y su desarrollo implica atender tres dimensiones:

- i) La pedagógica: la orientación teórica que se asume 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 a aprender, condición psicológica cognitiva y afectiva, necesaria en el proceso de 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 de fenómenos y tareas metodológicas propias del laboratorio, denominados "Laboratorios Virtuales", que simulan

“eventos con instrumentos de medición” virtuales para generar datos que provienen del cálculo teórico subyacente. Este tipo de OA puede coadyuvar en el aprendizaje de la ciencia.

Más recientemente, encontramos los Laboratorios Remotos (LR), que son experimentos reales a los que se accede a distancia vía web. Aunque todavía no parecen tener un uso amplio. (Arguedas Matarrita y Concari, 2015), el número de LR accesibles está incrementándose notablemente.

En tal sentido, nos planteamos producir OA que le ofrezcan a docentes y estudiantes actividades experimentales sobre temas de física descargables, gratuitas, que pueden implementarse en algún contexto de aprendizaje.

En el grupo de investigación hemos desarrollado un sistema para la web con OA referidos a AE, diseñados desde el referencial descrito y evaluados en el aula presencial. Además, incluimos otros recursos digitales como publicaciones, tutoriales, etc., para la comprensión y adecuación de las OA-AE propuestas. Consideramos que este sistema puede ser una adecuada y pertinente contribución educativa.

Los objetivos que nos planteamos con este sistema automatizado en la web son:

- Presentar OA sobre Actividades Experimentales 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 potenciales usuarios a fin de constituir una comunidad de práctica colaborativa (docentes, estudiantes y docentes-investigadores) que permita a largo plazo el crecimiento del sistema.
- Evaluar el sistema desde lo tecnológico, su contenido y usabilidad.

II. METODOLOGÍA

El desarrollo del sistema implicó el siguiente plan de trabajo:

1. Identificación de necesidades
 - ¿Para qué se desarrolla el sistema? ¿qué deseamos que 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 objetos de aprendizaje sobre actividades experimentales para el sistema.
4. Construcción del sistema de software.
 - Diseñar los subsistemas de contenidos referenciales y de Actividades Experimentales según el 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.
6. Implementación final del sistema de software, seguimiento y mantenimiento.

III. RESULTADOS

Dado que estamos ante un trabajo de investigación y desarrollo, los resultados corresponden a los productos de las etapas citadas en la sección anterior.

1. El sistema ha sido desarrollado para que los usuarios puedan acceder a Actividades Experimentales (AE) para el aprendizaje de la física y ejecutarlas en el contexto en el que se encuentren, [FisLabEdu](http://fislabedu.webciencia.es/index.php) (<http://fislabedu.webciencia.es/index.php>). Además, puedan encontrar recursos con orientaciones mediadoras teórica-metodológicas que fundamentan el enfoque a fin de promover la transformación de las tradicionales prácticas de laboratorio, tipo receta, estructuradas y centradas en lo instrumental.

También permite la comunicación entre usuarios y administradores/investigadores de manera voluntaria, quienes pueden enviar sus resultados, consultas o propuestas -previo registro- y recibir retroalimentación para su posible incorporación al sistema. La expectativa es construir una comunidad de práctica que permite el crecimiento y evolución del sistema, y del área de investigación.

El sistema está dirigido intencionalmente a dos tipos de usuarios:

• *Discentes*: 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*: que administran cursos donde enseñan física de los niveles de Educación Básica 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.

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 es flexible y permite 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 o OA.

La estructura del sistema consta de un *primer plano* con la información general y su propósito:

i) Índice de actividades experimentales semidesarrolladas propuestas;

ii) Otros recursos digitales educativos:

a) Documentos referenciales teóricos, investigativos y didácticos producidos por el grupo de investigación (artículos, monografías, diagramas);

b) 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.

En *segundo plano*, pueden ser vistos y descargados los OA sobre las AE, uno a la vez, en el marco de la V del Laboratorio (figura 3).

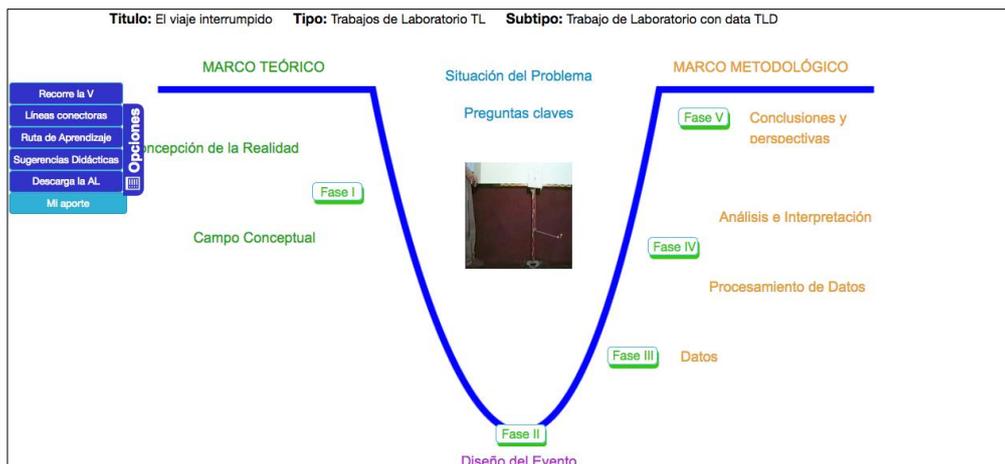


FIGURA 3. Pantalla de la Actividad Experimental *El viaje interrumpido*. Recuperar en [FisLabEdu](https://fislabedu.com). En esta AE se ofrecen al lector: la Situación Problema, las Fases I, II y III, la Ruta de Aprendizaje y las Sugerencias Didácticas.

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*. Cada una se organiza como un OA y parte de una *Situación Problema*; algunas son abiertas, mientras que otras tienen incluido el desarrollo de las Fases I y II, o parcialmente la Fase III (descripción del montaje y experimento con datos reales recabados en el laboratorio) (tabla II). En el caso de las *Simulaciones* se contempla la posibilidad de enlazar con algunos programas ya existentes en Internet, problematizándolas y con la orientación didáctica.

TABLA II. Tipos de Actividades Experimentales propuestas en el sistema web y desarrollo de Fases incluidas.

Tipo de Actividad Experimental	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

Tipo de Actividad Experimental	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
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

Mostramos a continuación la organización de una *Actividad Experimental como un Objeto de Aprendizaje*. En la figura 3 vemos la pantalla (versión 1.0) que visualizará el usuario al entrar en 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 el título de cada fase se despliega un recuadro con información breve acerca de la misma.

En función del grado de estructuración de la AE, podemos visualizar y descargar el contenido en la fase I, II o III correspondiente, en un archivo pdf; y si es el caso, puede visualizar y descargar el video.

Cada AE se acompaña con: ● *Información General* (Metadatos) donde se indica el tipo de AE, nivel educativo, temática, potenciales aprendizajes, autoría, fecha de creación; ● *Ruta de Aprendizaje*, en la cual se orienta al aprendiz sobre cómo culminar la AE con preguntas que incitan a la reflexión, búsqueda de información, toma de decisiones, plan de acción y autoevaluación (anexo); ● *Sugerencias Didácticas* para el mediador; ● Un enlace para la comunicación, *Mis aportes*, con el cual podrán remitir resultados, comentarios o nuevas propuestas de AE previo registro en el sistema; ● Un botón que permite descargar los contenidos visualizados en un único archivo pdf.

IV. CONCLUSIONES

El sistema se encuentra en modo de prueba para su ajuste técnico-didáctico con algunas actividades experimentales. Esperamos tener el sistema final en el corto plazo, para pasar la etapa de difusión masiva y evaluación en línea.

Con este trabajo consideramos que hacemos un aporte en cuanto a un diseño de AE que busca el aprendizaje acerca de ciencia y de su naturaleza, de manera integral. También acerca de poner a disposición de los docentes, a través de la web, resultados y productos de investigación en el campo de la enseñanza de la ciencia, sobre actividades experimentales que pueden ser implementadas en el aula o para el aprendizaje a distancia, sin presencialidad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al FONACIT-MCyT, por el financiamiento otorgado, según Proyecto 2679, Venezuela. Y al Departamento de Didáctica de las Ciencias Naturales, de la Universidad de Burgos por permitirnos alojar el sistema en [WebCiencia](http://www.xinix.es/Webciencia/index.php) (<http://www.xinix.es/Webciencia/index.php>) dirigida a la Educación Primaria.

REFERENCIAS

Andrés, Ma. M. (2005). Diseño del trabajo de laboratorio con bases epistemológicas y didácticas: caso carrera de docentes de Física. Disertación Doctoral. Universidad de Burgos España. <https://riubu.ubu.es/handle/10259/49>

Andrés, Ma. M. (2011). *Visión acerca de la actividad experimental construida en cursos de laboratorio desde un campo conceptual*. Actas del I Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática -ICIECyM. II Encuentro Nacional de Enseñanza de la Matemática - II ENEM - 1a ed. - Tandil : Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. p. 37.

Andrés, Ma. M., Pesa, M. y Meneses, J. (2006). El aprendizaje en y con las actividades experimentales en los cursos de física. *Actas del PIDEC*, (8). Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias, 3-42, Brasil: URGFS-UBU. Recuperado de <http://fislabedu.webciencia.es/docs/articulos/26.pdf>

Arguedas Matarrita, C. y Concarí, S. B. (2015). Hacia un estado del arte de los laboratorios remotos en la enseñanza de la física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27.

Buitrago, C. (2012). 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.

Chávez, J. L. (2010). *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.

Ferreira, J. (2014). *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.

Franklin, A (2003). Experiment in Physics. *Stanford Encyclopedia of Philosophy* (First published 5/10/1998, revisión 8/10/2002). 1-13. Recuperado el 20/Oct/2010 en: <http://plato.stanford.edu/entries/physics-experiment>.

García, P., Insausti, Ma. J. y Merino, M. (2003). Evaluación de los trabajos prácticos mediante diagramas V. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. (2)1. Art. 3.

Laudan, L. (1986). *El progreso y sus problemas*. Madrid: Encuentro.

Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, (6), 83-102.

Novak, J. D. y Gowin, D. B. (2002). *Aprendiendo a Aprender*. Trad. Campanario, J. y Campanario, E. Colección Manuales Prácticos. Barcelona: Martinez Roca.

Ryder, J. y Leach, J. (2000). Interpreting experimental data: the views of upper secondary school and university science students. *International Journal of Science Education*, 22(10). 1069-1084.

Tobin, K., Tippins, D. y Gallard, A. J. (1994). Research on Instructional Strategies for Teaching Science. En Gabel, Dorothy (ed) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. N.Y.: Macmillan Publishing Company.

Vergnaud, G. (2007). In what sense the conceptual fields theory might help us to facilitate meaningful learning? *Investigações em Ensino de Ciências*. 12(2). 285-302.

Wiley, D. (2000). 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. Recuperado el 19/Nov/2014, de: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>

ANEXO

RUTA DE APRENDIZAJE: Actividad Experimental TLD: *El viaje 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 claves, 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 θ - 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.
- Comparen 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 o una presentación digital
- Participen en un debate crítico y 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.