

INCORPORACIÓN DE SIMULADORES EN EL DISEÑO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DEL TEMA MOVIMIENTO OSCILATORIO DESDE LA ARTICULACIÓN DE LOS CONCEPTOS FÍSICOS, EL MODELAMIENTO MATEMÁTICO Y SUS APLICACIONES ¹

Incorporating simulators in the design of a didactic unit in order to teach and learn the topic Oscillatory Motion from the articulation of physical concepts, mathematical modeling and its applications

¹ Producto derivado del proyecto de investigación “Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del tema Movimiento Oscilatorio desde la articulación de los conceptos físicos, el modelamiento matemático y sus aplicaciones”, código: RUM-PI-0114, de la Red Mutis.

H.E. Leyton docencia en el Departamento de Ciencias Básicas, de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá (Colombia); email: hleyton@uniminuto.edu



Resumen

Este documento, expone los elementos y factores que se tuvieron en cuenta en el proceso realizado para la búsqueda, selección y uso de recursos interactivos, particularmente simuladores y applets referidos al tema de Movimiento Oscilatorio, con el fin de fortalecer la apropiación de los modelos matemáticos aplicados en los sistemas físicos y mostrar cómo éstos permiten desarrollar habilidades del pensamiento como el análisis y la interpretación, y cómo fomentan el autoaprendizaje.

Palabras clave

Enseñanza-aprendizaje, Física, Recursos Educativos Abiertos - REA, simuladores, aprendizaje significativo, constructivismo.

Abstract

This document presents the elements and factors that were taken into account in the process of searching, selection and use of interactive resources, especially simulators and applets related to the issue of Oscillatory Motion, to strengthen the appropriation of the mathematical models applied in the physical systems and show how these resources allow to develop thinking skills as the analysis and the interpretation, and also how they promote self-learning.

Key words

Learning-teaching, Physics, Open Educational Resources - OER, simulators, meaningful learning, constructivism.

I. NOMENCLATURA

REA: Recursos Educativos Abiertos
MIT: Massachusetts Institute of Technology
EJS: Easy Java Simulations
O.S.P.: Open Source Physics

II. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta la metodología de elección, uso y rediseño de REA, específicamente de simuladores computacionales para la enseñanza y el aprendizaje del tema Movimiento Oscilatorio, desde la articulación de los conceptos físicos, el modelamiento matemático y sus aplicaciones, para lograr en los estudiantes un aprendizaje significativo en contextos constructivistas.

III. DESARROLLO

Los sistemas físicos trabajados en la docencia son generalmente modelados de forma matemática y se encargan de unificar una representación de las ideas que rigen su comportamiento; sin embargo, en los procesos de aprendizaje, en ocasiones, los estudiantes no logran reconocer su significado en el sentido físico experimental, dejando con ello consecuencias como la no apropiación, el bajo análisis y la dificultad para construir conocimiento a partir de dichos sistemas.

En la actualidad y gracias a los avances tecnológicos, al desarrollo de la didáctica y al esfuerzo decidido por elevar el potencial educativo, con el fin de propiciar mejores condiciones para el desarrollo de un aprendizaje significativo en contextos constructivistas, y de otorgar mayor protagonismo a los alumnos en la construcción de sus conocimientos, se hace pertinente y enriquecedor para la enseñanza y el aprendizaje de la física, el fortalecimiento del proceso de la experimentación mediante la simulación computacional.

Dichas ideas, marcaron su importancia en el proyecto de investigación *Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza y el aprendizaje del tema Movimiento Oscilatorio desde la articulación de los conceptos físicos, el modelamiento matemático y sus aplicaciones*, de la Red Mutis, y fueron el motivo por el cual se incorporó la simulación computacional como una estrategia didáctica, desarrollando actividades de análisis, construcción y evaluación de conceptos relacionados con el movimiento armónico simple, cumpliendo para ello dos condiciones fundamentales: 1) el fomento del aprendizaje significativo y 2) la posibilidad de que dicho material fuese libre y desarrollado bajo licencias de Creative Commons o de Licencia Pública General GNU.

En el proceso de incorporación de la simulación, surgió el interrogante al que responde este documento y es: ¿qué metodología se puede emplear para elegir, usar y rediseñar recursos de simulación computacional, en el diseño de una unidad didáctica para el tema de Movimiento Oscilatorio, de modo que estos promuevan el aprendizaje significativo en contextos constructivistas?

A. Marco teórico

La mediación que se logra entre los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de los ambientes virtuales se ha vuelto relevante debido a las diferentes posibilidades que esta brinda al permitir a los estudiantes convertirse en actores principales en la construcción del conocimiento, dotándolos de habilidades y técnicas [1], empleando para ello tecnologías de la información, recursos, actividades, entre otros, que facilitan la apropiación del conocimiento [10] dando significado al mismo.

El diseño y la construcción de ambientes virtuales de aprendizaje pasa por varias etapas entre las cuales se encuentra la de desarrollo y producción de contenidos digitales [11] cuya finalidad es la de preparar el proceso de aprendizaje. En ella, el experto en la disciplina que enmarcará el ambiente virtual debe establecer un marco de referencia, unas intenciones educativas, unos contenidos, unas estrategias de enseñanza-aprendizaje y una propuesta de evaluación.

En el caso del diseño de la unidad didáctica del Movimiento Oscilatorio se estableció como marco de referencia el aprendizaje significativo en contextos constructivistas. Dado que el aprendizaje significativo se logra por la adquisición de “nuevos significados a partir del material de aprendizaje presentado” [12], el proceso realizado para el diseño de la unidad partió de anclajes provenientes de un aprendizaje proposicional correlativo, es decir, un aprendizaje con sentido lógico de una disciplina particular (en este caso la física) “que es una extensión, una elaboración, una modificación o una matización de proposiciones previamente aprendidas” [12], que para el caso correspondieron a los modelos matemáticos aplicados a los sistemas físicos.

Como dentro de las intenciones educativas de la unidad se propone la creación de estrategias de enseñanza que tengan en cuenta las ideas previas de los estudiantes y el uso de nuevas tecnologías de la información que favorezcan los procesos metacognitivos de los estudiantes para favorecer la articulación entre la física y la matemática, algunos de los tipos de aprendizaje que se consideraron fue el significativo por recepción y descubrimiento junto con el modelo constructivista, propendiendo por la formulación de actividades experimentales que privilegiaran

las destrezas de investigación y construcción de conocimiento, en el tema de Movimiento Oscilatorio.

Para lograr lo anterior, en la determinación de los contenidos digitales, en una de las etapas, se analizaron diferentes tipos de REA que corresponden a todo material digitalizado y ofrecido de forma libre y abierta para educadores, estudiantes y aprendices independientes, con el fin de ser usado y reutilizado para enseñar, aprender e investigar [13]; definición que fue establecida durante el foro de la UNESCO sobre el impacto de los programas educativos abiertos para la enseñanza superior en los países en desarrollo, realizado en el 2002.

Esa iniciativa de ubicar materiales de libre acceso, en línea, fue llevada a cabo por el MIT, seguido por diversas instituciones y personas a tal punto que el crecimiento de la creación y uso de dichos recursos ha sido significativo desde entonces. Frente al por qué tantas personas están interesadas en promover el uso de los REA, se puede mencionar que éstos extienden las posibilidades de acceso al conocimiento, pueden llegar a ser una manera eficaz de promover el aprendizaje para toda la vida, pueden ser el puente entre el aprendizaje no formal, informal y formal, presentan un costo bastante reducido en el desarrollo de los materiales y permiten llegar a una gran cantidad de personas [14].

Algunas de las características de estos recursos es que no existe impedimento alguno para modificarlos de acuerdo a las necesidades o preferencias del usuario, además de que quienes los incorporan en sus prácticas o labores no sólo cambian sus conocimientos y habilidades sino que al implementarlo producen cambios en las propiedades mismas de la tecnología [15].

En el ámbito académico, por ejemplo, los usuarios de REA han manifestado que son muy importantes para el desarrollo de contenidos para las instituciones que los adoptan, ya que cada una propone oportunidades de aprendizaje a los aprendices de forma local y regional, que se pueden extender hasta el ámbito internacional según la implementación que se le dé [2].

Esa posibilidad de traspasar fronteras hace que los creadores y usuarios de estos materiales se preocupen por elaborarlos y modificarlos anteponiendo unos estándares de muy alta calidad ya que con ellos se puede: mostrar un excelente trabajo, aumentar la reputación en el campo educativo o en el que corresponda según el recurso, dejar un legado, apoyar la innovación y promover la cooperación y el trabajo en equipo, entre muchos otros valores sociales.



Desde el punto de vista de las instituciones académicas, la transformación generada por el uso de los REA brinda beneficios respecto a la forma en que se proporciona la educación, la cooperación interna frente al control de calidad, debido a que todo el mundo puede ver los temas, el apoyo en el mejoramiento y ampliación de materiales y, el reconocimiento de la institución por el trabajo realizado por su cuerpo docente.

Es por todo lo anterior, que se torna significativo que los docentes en los diferentes niveles educativos comiencen a integrar en sus actividades de enseñanza este tipo de elementos, para brindar la posibilidad de acceder al conocimiento mediante la consulta de materiales en formato digital, ofrecidos de manera gratuita y abierta [3] tanto para educadores y estudiantes como para autodidactas.

Con el uso de los REA, se posibilita el desarrollo de estrategias de enseñanza y aprendizaje para acceder a información relevante, oportuna y actual a través de la búsqueda, selección, jerarquización y empleo de los mismos haciendo posible la construcción del auto aprendizaje del propio docente. Siguiendo estos pasos, los investigadores del diseño de la unidad didáctica optaron por considerar simuladores computacionales de tipo REA por ser herramientas que por medio de la experimentación y bajo las condiciones que propone el usuario, permiten tomar decisiones, hacer inferencias, refutar o rechazar hipótesis, analizando preguntas como ¿qué pasa si...? [4], que conducen a una mejor comprensión del comportamiento de los sistemas físicos.

Algunos de los aspectos que cabe destacar en el proceso de simulación son que el estudiante debe:

- Tener muy bien definido el problema, para lo cual necesita comprender de forma muy precisa los objetivos o las preguntas que debe resolver.
- Planear el proceso a seguir para lograr los objetivos o responder los interrogantes.
- Apoyarse en los modelos matemáticos, identificando las características, condiciones, restricciones y límites del contexto para lograr emplear adecuadamente el modelo representado en el simulador.
- Contrastar los resultados obtenidos con la teoría planteada por el modelo matemático verificando el buen funcionamiento y la coherencia de los mismos.

Los anteriores, son elementos fundamentales para el desarrollo tanto de la intuición como de la capacidad para aplicar lo aprendido o comprenderlo mejor.

Adicional a lo anterior, el uso de simuladores mejora el rendimiento de los estudiantes, son una alternativa educativa que desarrolla sus habilidades de razonamiento y a la

vez los motiva a través del auto-descubrimiento [5], produciendo cambios incluso en la actitud frente al interés por lo aprendido, la comprensión de lo tratado, la creación de ideas y la habilidad para aplicar el conocimiento [6].

Esos cambios hacen evidente cómo el uso de estos recursos enmarcan elementos propios de las teorías cognitivas y metacognitivas y cómo estas influyen los procesos de aprendizaje del estudiante en los siguientes factores [16]:

- Dado que algunos procesos son exclusivos en cada individuo, con los recursos, éste emplea sus propias capacidades y aprende cosas diferentes a las que otros pueden aprender.
- Procesa la información percibiendo estímulos, ubicándolos en su memoria de acuerdo a como vive la experiencia, encontrando lo aprendido cuando requiere usarlo o aplicarlo, por lo que termina organizando en su mente las cosas que aprende.
- Se es consciente de las capacidades propias de aprendizaje, de qué tareas puede realizar, supervisa el propio estado de conocimiento, planifica sus actividades de forma que lo lleven al éxito, de acuerdo con lo que se pretenda en una tarea particular.

Bajo el panorama que presenta el uso de simuladores en los procesos de enseñanza-aprendizaje, es importante reconocer la forma como se identificará en este documento.

De acuerdo con Azarang y García [17], “simulación es el desarrollo de un modelo lógico-matemático de un sistema, de tal forma que se obtiene una imitación de la operación de un proceso de la vida real o de un sistema a través del tiempo”, el cual a través de la experimentación permite extraer conclusiones y realizar predicciones [9] y que en ambientes virtuales se corresponde con una representación idealizada del sistema, lo que da lugar al concepto de simulación asumido para el proyecto y que se establece como la respuesta animada de la acción al representar el modelo de un sistema físico descrito en forma analítica con una herramienta computacional, el cual es estudiado de forma guiada, con el fin de que el estudiante pueda formular predicciones y extraer conclusiones.

Cabe resaltar, que entre las muchas ventajas, en el aspecto experimental, del uso de estas herramientas está el que brindan la posibilidad de:

- modificar la escala de tiempo, hacer pausas y avanzar o retroceder a voluntad con el fin de observar estados y valores particulares de las magnitudes físicas que intervienen.



- trabajar en ambientes ideales o ajustados a la realidad, realizando cambios en los parámetros del sistema.
- observar de inmediato los efectos en los valores, gráficos y animaciones.

Lo anterior facilita el logro del aprendizaje significativo, por permitir relacionar el conocimiento nuevo con el que se encuentra almacenado en la memoria de los estudiantes, que aunque pueda ser débil o fuerte, da la opción de volverlo fuerte o enriquecerlo aún más a través del análisis y el razonamiento lógico que se desarrolla en la experiencia. Es importante aclarar que el propósito del fortalecimiento y uso de los simuladores no es el de sustituir el laboratorio de Física tradicional debido a esa estructura de condiciones ideales, sino el de complementarlo combinando eficazmente las estrategias didácticas y pedagógicas que ofrecen estos recursos.

Con el reconocimiento del concepto viene la etapa de elección, uso o rediseño del recurso didáctico, para lo cual se debe garantizar que resulte eficaz, de modo que se garantice el logro de los aprendizajes seleccionados, ya que no basta con que se trate de un “buen material” o que sea de última tecnología sino que además debe tener en cuenta aspectos de tipo curricular y propios del material [18].

Frente a los aspectos curriculares se debe:

- Propender por el logro de los objetivos educativos que se pretenden en el estudiante.
- Analizar los contenidos tratados en el uso del material.
- Reconocer las características de los estudiantes que los utilizarán.
- Determinar las características del contexto (físico, curricular y demás) en el que se desarrolla la docencia y dónde se piensa emplear el material didáctico seleccionado.
- Establecer las estrategias didácticas que se pueden diseñar al emplear el material dándole un mayor uso y aplicabilidad.

Dichos aspectos apoyan y soportan la propuesta didáctica y de enseñanza-aprendizaje que establezca el usuario del recurso¹

1 Para la selección del material de la unidad didáctica planteada por el proyecto se adjunta como anexo en este documento, la desarrollada por © Dr. Pere Marquès Graells [25]. En ella se muestra los principales aspectos a considerar al desarrollar una actividad de aprendizaje o como es llamada por el autor una intervención educativa.

B. Metodología

Para el proyecto de diseño de la unidad didáctica se llevó a cabo el siguiente proceso [22] en la selección de recursos REA; ha de resaltarse que previo a esta selección hubo un diseño instruccional en el que se establecieron las intenciones educativas de los recursos a utilizar. Dado el interés de este artículo, sólo se expondrá la metodología de selección, uso y rediseño de los simuladores tipo REA.

Etapa 1: se hizo una revisión detallada estudiando varias alternativas para la selección de herramientas de libre distribución de simuladores, aplicaciones y Applets [19], de las cuales se consideró el material ofrecido en la librería digital del Proyecto ComPADRE (<http://www.compadre.org/>), que es una red de recursos para la enseñanza de la física y la astronomía, que cuenta con la participación de proyectos de gran reconocimiento como *Physlet*, O.S.P., *Física con Ordenador* de Ángel Franco García, *Applets Java* de Física de Walter Fendt, *GeoGebraTube* y *Phet*, entre otros.

Algunos de los más representativos son:

Para estudiantes

- Nucleus. Community, scholarships, research, & more
- Physics Careers Resource. Career resources & options
- Physics Classroom A physics tutorial
- Physics to Go. A monthly online magazine

Para docentes

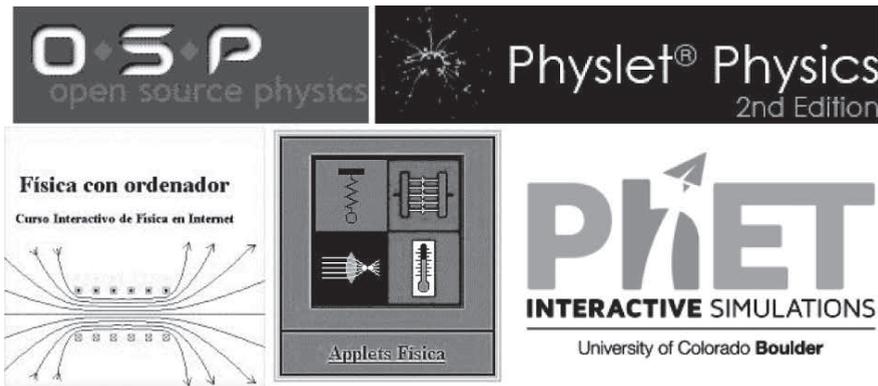
- Physics Front. Resources for K-12 physics teachers
- Physics to Go. Fun physics images & articles
- PSRC. A broad collection of physical science resources

Para la facultad en general

- OSP. Open Source Physics
- PER-Central. Physics Education Research
- PSRC. Physical Sciences Resource Center
- PhysPort. Supporting physics teaching with research-based resources
- PhysTEC. Physics Teacher Education Coalition
- uCOMP. Computational Physics For Faculty - Courses
- Advanced Labs. Labs appropriate beyond the first year of university.

- Astronomy Center. Introductory Astronomy Course Resources
- Physics Source. Introductory Physics Course Resources
- Quantum Exchange. Quantum Physics Resources
- Spacetime Emporium. Relativity Resources
- STP. Statistical and Thermal Physics Course

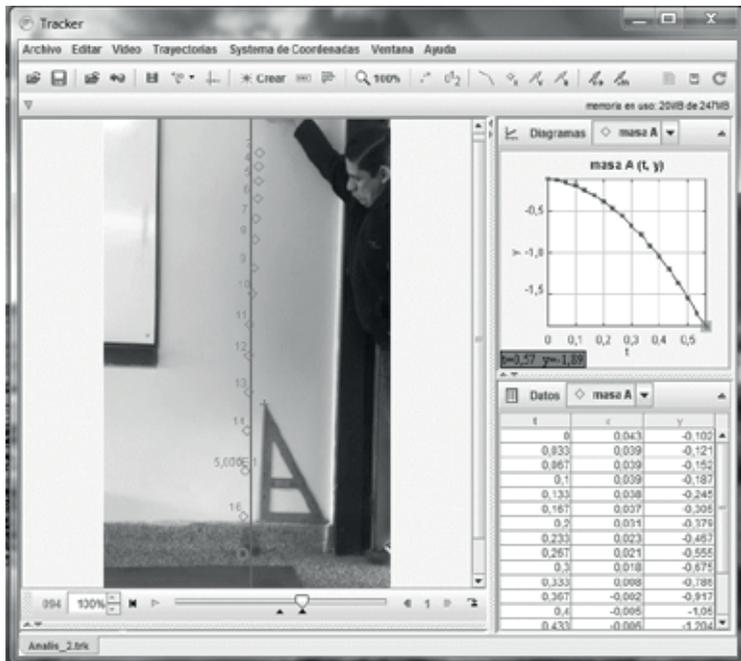
Fig. 1. Principales recursos seleccionados de la librería digital del Proyecto ComPADRE para el uso y rediseño de los simuladores.



Los recursos seleccionados para la unidad didáctica se caracterizan por estar en español, lo que permite al estudiante identificar con facilidad lo planteado en la actividad así como las variables y parámetros que representa el sistema propuesto en el simulador, poseen una parte teórica que soporta las representaciones que exponen los simuladores, aunque este factor difiere en cantidad o proporción en cada material, en algunos hay más teoría que simuladores o viceversa, y algunos contienen material para el docente como guías que son construidas de forma colaborativa y con la participación de diferentes individuos que pertenecen al ámbito académico [7].

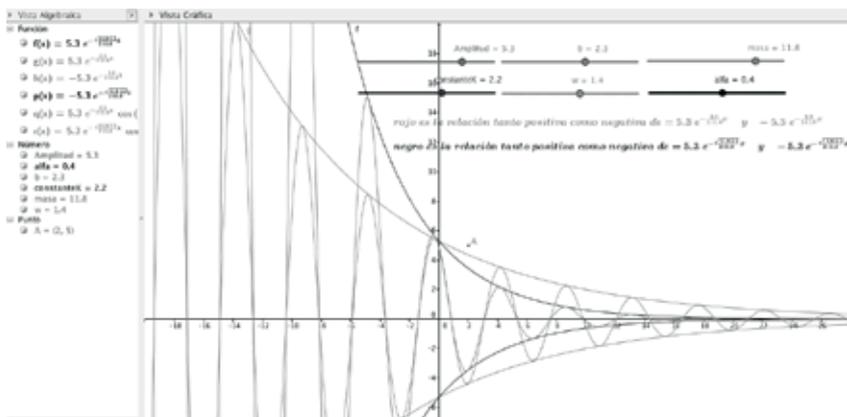
Adicional a los recursos mencionados, se exploraron herramientas que permitieran recolectar información del sistema físico de forma directa, con el fin de relacionar la experiencia real con una herramienta computacional [23],[25]. En este sentido, se usó el programa *Tracker Video Analysis and Modeling Tool*, ofrecido por O.S.P., que a través de videos permite tomar y procesar datos para obtener relaciones entre las variables que intervienen en el sistema así como el comprobar los modelos teóricos desarrollados en la Física.

Fig. 2. Uso del programa *Tracker Video Analysis and Modeling Tool*.



Así como se usaron herramientas ya diseñadas, una parte del equipo del proyecto se encargó de la elaboración y creación de recursos nuevos para lo cual también existen programas libres, que permiten obtener simulaciones a partir de la definición de los modelos matemáticos; entre estos se puede mencionar Geogebra que es una alternativa para estos desarrollos. Este programa posee una gran capacidad de cálculo y posibilidades de simulación, que adicionalmente permite incorporar elementos interactivos propios de un *Applet*.

Fig. 3. Incorporación de simulaciones con Geogebra.



Aunque no es la intención del trabajo de este grupo, es sabido por sus integrantes que existen algunos programas que permiten construir simulaciones interactivas en forma de *Applets de Java* con un “mínimo” conocimiento y uso del lenguaje de programación, por medio de una interfaz gráfica orientada a objetos. Entre estos se pueden mencionar software como EJS, producido por el Dr. Francisco Esquembre de la Universidad de Murcia y que hace parte del proyecto O.S.P. del Dr Wolfgang Christian perteneciente al Davidson College de North Carolina, USA. Este software es distribuido bajo licencia GNU – GPL en <http://www.um.es/fem/EjsWiki/Main>. Que aunque no resultó simple su uso, tal vez en otro proyecto se pueda explorar un poco más.

Otra de las opciones consideradas fue el uso de *Gifs* animados para ilustrar de manera breve un concepto o pregunta; la herramienta empleada fue *GifCam*, la cual además de ser libre, permite trabajar sobre los videos grabados, de forma directa, en las simulaciones desarrolladas con *wxMaxima* y *Geogebra*. Otro elemento que se trató fue la edición de videos con el programa *CamStudio*, que es una herramienta simple y concreta con la que se pueden elaborar videos, donde se explica o expone el manejo de los *Applets*.

Fig. 4. Algunas herramientas seleccionadas para el diseño de recursos a partir de los simuladores.



Etapa 2: con todas las herramientas establecidas y definidas se identificaron las necesidades e intenciones educativas de los recursos, con lo cual, se destinó el tiempo a la elaboración de materiales y guías [8], [20], [21].

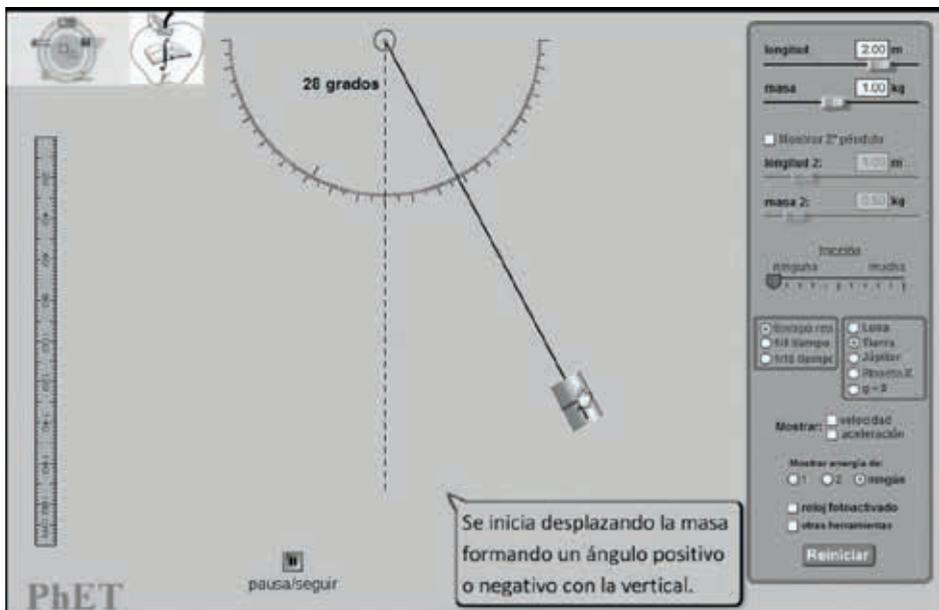
Para los simuladores, por ejemplo, se decidió orientar la mayor parte de las actividades a la exploración y experimentación de los *Applets* del proyecto *PhET* de la universidad de Colorado. En el sitio web (<http://phet.colorado.edu/>) se encuentran los recursos y la información, los cuales están basados en tecnología para la educación, principalmente con simulaciones en *Java* o *Flash*.

Con estos *Applets* se elaboraron guías en cuyo diseño instruccional se orienta al estudiante a través del desarrollo de actividades de aprendizaje, utilizables tanto en modalidad on-line como off-line (descargables).

Ejemplo: video de apoyo para el desarrollo de la guía de laboratorio dos (2).

En una de las guías, el estudiante debía medir el periodo de oscilación del péndulo, variando la longitud de la cuerda con el fin de establecer la dependencia entre ellos mediante la obtención del valor de la gravedad; sin embargo, allí se usó un video que mostrara el sistema físico para que el estudiante determinara lo indicado, como puede verse en la Fig. 5

Fig. 5. Diseño de un video empleando uno de los simuladores seleccionados.





C. Resultados

Se logró estructurar un proceso de búsqueda, selección, uso y rediseño de simuladores tipo REA, teniendo como primer elemento, la verificación de las bondades de las herramientas para lograr una intensión educativa enmarcada en el aprendizaje significativo.

Los resultados como beneficios, fortalezas y falencias de esta intención educativa, se podrán evidenciar y analizar hasta que se sistematicen las experiencias y se validen los constructos teóricos que subyacen al desarrollo de las herramientas.

Lo que sí se puede mencionar hasta el momento y del desarrollo de esta investigación, es el surgimiento de interrogantes pedagógicos como los siguientes:

- ¿Cómo aprovechar el potencial de estas herramientas en un proceso de aprendizaje significativo en todo tipo de estudiantes?
- ¿Es necesario realizar una comparación entre los logros obtenidos con este u otros materiales didácticos que trabajen la misma temática?

Apéndice:

Para el diseño de los simuladores elegidos, usados y rediseñados en la unidad didáctica se siguió parte del esquema presentado en el siguiente modelo.

TABLA I
 MODELO DE GUÍA PARA EL DISEÑO DE INTERVENCIONES INSTRUCTIVAS DE PERE MARQUÉS-2001 [25].

<p>GUÍA PARA EL DISEÑO DE INTERVENCIONES INSTRUCTIVAS</p> <p>CONSIDERACIONES PREVIAS</p> <p>Ámbito de la intervención: etapa educativa y curso.</p> <p>Los estudiantes: edad, capacidades, estilos cognitivos, conocimientos y habilidades previas, experiencias, actitudes, intereses. Número de estudiantes que integran el grupo.</p> <p>El contexto educativo: marco general, características físicas y socio-económicas de la zona y del centro docente.</p>
<p>OBJETIVOS Y CONTENIDOS</p> <p>Objetivos que se persiguen, propósito de la intervención. La actuación puede centrarse en el logro de nuevos aprendizajes, en el repaso o la aplicación de conocimientos y habilidades, en despertar el interés de los estudiantes y sensibilizarles hacia determinadas cuestiones, etc.</p> <p>Contenidos que se tratarán: hechos, conceptos, principios, procedimientos, actitudes.</p>
<p>RECURSOS QUE SE UTILIZARÁN (presentación, contenidos, estructura).</p> <p>Materiales e infraestructuras físicas que se emplearán en la intervención. Para cada situación educativa concreta, la utilización de los medios debe venir condicionada por las circunstancias curriculares, las características de los materiales y el coste.</p>

¿Por qué se han elegido estos materiales frente a posibles materiales alternativos?

¿Qué aportan en este caso a los procesos de enseñanza y aprendizaje?

Funciones que desarrollarán los recursos que se utilicen:

- *Motivación* del alumno (motivación inicial, mantenimiento del interés...)
 - *Fuente de información* y transmisión de contenidos (síntesis, lecturas...). Función informativa y de apoyo a la explicación del profesor.
 - *Entrenamiento*, ejercitación y adquisición de habilidades procedimentales, práctica aplicativa, memorización...
 - *Instruir*, guiar los aprendizajes de los estudiantes.
 - Introducción y actualización de conocimientos previos.
 - Núcleo central de un tema.
 - Repaso, refuerzo, recuperación.
 - Ampliación, perfeccionamiento.
 - *Entorno para la exploración* libre o guiada; estudio de casos; realización de descubrimientos...
 - *Entorno para el contraste de opiniones*, debates, negociación de significados
 - *Entorno para experimentar*, resolver problemas, investigar
 - *Evaluación* de los conocimientos de los estudiantes.
 - *Medio de expresión* y creación personal escrita, oral o gráfica de los alumnos.
 - *Instrumento para el proceso de datos*
 - *Entretenimiento*
- Estrategia didáctica que se utilizará con estos materiales:
- *Enseñanza dirigida*, mediante las indicaciones estrictas del profesor o del programa.
 - *Exploración guiada*, siguiendo unas instrucciones generales
 - *Libre descubrimiento* por parte de los estudiantes, que interactuarán libremente con el material.

Entorno (espacio-temporal) en el que se utilizará:

- *Espacio*: aula normal (rincón del ordenador, uso del profesor desde su mesa), biblioteca o sala de estudio, aula informática (ordenadores independientes o en red), en la empresa, en casa.
- *Tiempo*: escolar/laboral, extraescolar, en casa.

Usuarios y agrupamiento:

- *Usuarios*: todos los estudiantes, sólo algunos estudiantes (refuerzo, recuperación, ampliación de conocimientos), sólo el profesor.
- *Agrupamiento*: individual, parejas, grupo pequeño, grupo grande (a la vez o sucesivamente)



TABLA I (CONTINUACIÓN)

ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA (actividades que harán los estudiantes, agrupamiento)

Se explicitarán las actividades de enseñanza/aprendizaje que se propondrán a los estudiantes, indicando la modalidad de agrupamiento y la metodología que se utilizará.

Duración y número de sesiones:

LOS ROLES EN EL DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Los materiales: información que proporcionarán, tareas que propondrán, la manera en la que se tratarán los errores.

Los estudiantes: tareas que desarrollarán, nivel de autonomía en el uso de los recursos (libre, semidirigido, dirigido), técnicas de aprendizaje que utilizarán, forma de interacción con los materiales, con sus compañeros y con el profesor, etc.

El profesor: información inicial que proporcionará (objetivos, trabajo a realizar, materiales y metodología, fuentes de información), orientación y seguimiento de los trabajos (dinamización, asesoramiento y orientación), interacción con los estudiantes, técnicas de enseñanza.

EVALUACIÓN (qué, cómo, cuándo)

Descripción de los instrumentos que se utilizarán para determinar en qué medida los estudiantes han logrado los aprendizajes previstos y para evaluar la funcionalidad de las estrategias didácticas utilizadas. Indicar qué se evaluará, de qué manera y cuándo.

OBSERVACIONES

Dificultades que pueden darse: Indicar los posibles problemas que pueden darse al desarrollar la actividad: dificultades de comprensión por parte de los estudiantes, dificultades para gestionar la actividad, problemas de espacio...

Otros aspectos a destacar: coste, tiempo de preparación de la actividad y los ejercicios, tiempo estimado de corrección...

REFERENCIAS

- [1] J. Onrubia, “Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento”, [artículo en línea]. *Revista de Educación a Distancia*. 2005
- [2] S. D’Antoni, “Open Educational Resources and Open Content for Higher Education,” [on-line roundtable], *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 4, no.1, pp. 549-557, Nov. 2007.
- [3] R. C. Ramírez, F. Lozano y M. S. Ramírez. (2010, Abr.). Apropiación tecnológica en profesores que incorporan recursos educativos abiertos en educación media superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. [online]. 15(45), pp. 487-513. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662010000200007&script=sci_arttext&tlng=ptZ.



- [4] Cataldi, F. J. Lage y C. Dominighini, “Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza,” *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, vol. 10, no. 17, pp.8-16, Mar. 2013.
- [5] A. A. Gokhale. (1996, Jun.) “Effectiveness of Computer Simulation for Enchancing Higher Order Thinking”, *Journal of Industrial Teacher Education*, vol. 33, no. 4, pp. 36-46. Disponible en <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v33n4/jite-v33n4.gokhale.html>
- [6] Y. B. Gandole, S. S. Khandewale and R. A. Mishra. (2006, Mar.) “A Comparison of Students’ Attitudes Between Computer Software Support and Traditional Laboratory Practical Learning Environments in Undergraduate Electronics Science”, *Australasian Journal of Education Technology*, vol. 9, no. 1. Disponible en http://ascilite.org/archived-journals/e-jist/docs/vol9_no1/papers/current_practice/gandole_khandewale_mishra.pdf
- [7] D. Squires and J. Preece, “Usability and learning: evaluating the potential of educational software”, *Computers and Education*, vol. 27, no. 1, pp. 15-22, 1996.
- [8] P. G. Marqués, “Curso sobre el uso didáctico del multimedia- III: planificación de sesiones de clase con soporte de programas multimedia”, *Comunicación y Pedagogía*, n.º 159, pp. 35-38, 1999.
- [9] H. A. Kofman, “Modelos y simulaciones computacionales en la enseñanza de la física”, *Revista Educación en Física*, vol. 6, pp. 13-22, 2000.
- [10] U, Mestre, J. J. Fonseca y P. R. Valdés, *Entornos virtuales de enseñanza aprendizaje*, La Habana: Editorial Universitaria ciudad de las Tunas, 2007.
- [11] M. P. Cerón, *Metodología para el Diseños Pedagógico de Ambientes Virtuales de Aprendizaje y Recursos Educativos Digitales*, Universidad Mariana Virtual, 2013.
- [12] D. P. Ausubel. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. [Online]. Disponible en: <https://books.google.es/>
- [13] Commonwealth of Learning, (2012). *Open Educational Resources and Change in Higher Education: Reflections from Practice*. Vancouver: Commonwealth of Learning. Disponible en: http://www.col.org/PublicationDocuments/pub_PS_OER_web.pdf.



- [14] Organization for Economic Co-operation and Development. (2009). *El conocimiento libre y los Recursos educativos abiertos. España: Junta de Extremadura*. Disponible en <http://www.temoa.info/es/node/113651>
- [15] M. S. Ramírez, y A. J. Burgos. (2012). *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología: Innovación en la Práctica Educativa*. México: Tecnológico de Monterrey. Disponible en: <http://www.lulu.com/shop/mar%EDa-soledad-ram%EDrez-montoya-and-jos%E9-vladimir-burgos-aguilar/recursos-educativos-abiertos-en-ambientes-enriquecidos-con-tecnolog%EDa/ebook/product-20152556.html>.
- [16] J. Ormrod. *Aprendizaje humano* (4ª. Ed.). Madrid, Pearson Educación, S. A. 2005.
- [17] M. Azarang y E. García. (s.f.) *Simulación y análisis de modelos estocásticos, Cap. 3*, México, Mc. GrawHill. Disponible en <http://www.unamerida.com/archivospdf/337%20Lectura6.3.1.pdf>
- [18] J. Zaragoza y A. Cassado. *Aspectos técnicos y pedagógicos del ordenador en la escuela*, Madrid, Editorial Bruño, 1992.
- [19] D. Squires, & A. McDougall. *Choosing and using educational software: a teachers' guide*. London: The Falmer Press, 1994.
- [20] D. Squires, & A. McDougall. *Como elegir y utilizar software educativo*. Madrid: Morata, 1997.
- [21] P. Adarraga. *Criterios educacionales en la selección de software*. Informática y Escuela Madrid: Fundesco, 1985.
- J. Filippi, G. Cistac y R. Bongianino, “Porqué utilizar un simulador propio diseñado en software libre como instrumento didáctico en la Universidad,” Facultad de Ingeniería-UNLPam, Argentina. Disponible en <http://teyet2012.et.unnoba.edu.ar/wp-content/uploads/2012/08/4612.pdf>
- [22] Z. Cataldi, A. Izaguirre, O. Bruno, C. Dominighini, V. Sánchez y F. Lage, “Modelos y simuladores en la enseñanza de ingeniería: las estrategias de por descubrimiento,” in *Proc. 2013 VIII International Conference on Engieneering and Computes Education Conf.*, pp. 445-459.

- [23] M. Castro, C. Martínez y E. López, “Enseñanza de componentes digitales y simulación VHDL usando IPSS_EE (*Internet-Based System Support with Educational Elements*), VI Congreso de tecnologías aplicadas a la enseñanza de la electrónica, Universidad Politécnica de Valencia, España, 14-16 jul. 2004.
- [24] Teodoro, Vitor Duarte. “From formulae to conceptual experiments: interactive modelling in the physical sciences and in mathematics”. International CoLos Conference New Network-Based Media in education. Maribor, Slovenia. Sitio web: <http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus/>. 1998.
- [25] M. G. Pere, “SELECCIÓN DE MATERIALES DIDÁCTICOS Y DISEÑO DE INTERVENCIONES EDUCATIVAS”, Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB, Barcelona. Disponible en http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Especialidad/la_tec_educativa/Unidad%202/act22_SelecMatDidacticos_U2.pdf

Hernando Leyton Vásquez nació en Ibagué, Colombia, el 7 de febrero de 1972. Se graduó como Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad del Tolima, es Ingeniero Eléctrico de la Universidad Nacional de Colombia, Especialista en pedagogía y docencia universitaria de la Universidad de San Buenaventura y en Ciencias Físicas de la Universidad Nacional de Colombia, también Magister en Matemática Aplicada de la Universidad EAFIT. Se desempeña como profesor Asistente II en la Corporación Universitaria Minuto de Dios y como profesor Asociado en la Universidad de San Buenaventura, en la ciudad de Bogotá. Entre sus campos de interés se encuentran el modelamiento y la simulación de sistemas físicos clásicos e Ingenieriles utilizados en la teoría de sistemas dinámicos.

