



FISIM: INSTRUMENTO DE APOYO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Eje temático 4: Trabajos de maestrandos y doctorandos relacionados con educación, tecnologías y virtualidad

Ing. Marcel Puentes Rojas
Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
mpuentes@uci.cu

Ing. Yanirys Silva Lemus
Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
ysilva@uci.cu

Ing. Yusnier Reyes Dixson
Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
ydixson@uci.cu

Ing. Risell Ramírez Ramos
Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba
rramirezr@uci.cu

RESUMEN

En la actualidad los procesos docentes requieren de medios de enseñanza y aprendizaje que permitan a los estudiantes la asimilación de conocimientos y habilidades de forma rápida, reflexiva y consciente. La enseñanza de la Física se enriquece con la utilización de una herramienta que permita a los docentes desarrollar experimentos que puedan ser usados por los estudiantes para observar leyes y fenómenos físicos. Este trabajo presenta la descripción de un software que permite simular estos procesos físicos basándose para ello en modelos matemáticos, los cuales serán previamente definidos por el docente en correspondencia con el fenómeno que desea representar. El software consta de tres (3) componentes que garantizan su funcionamiento, permitiendo con cada uno de ellos establecer los elementos y comportamientos que hacen posible la simulación. Cada simulación a realizar por el estudiante estará acompañada de una guía metodológica que permita al educando obtener un mejor provecho del experimento en cuestión. El software desarrollado permitió a los estudiantes la aplicación de las principales leyes físicas, poniendo en práctica los contenidos teóricos recibidos.

Palabras Clave: Enseñanza, Física, Modelos Matemáticos, Simulador, Software.

INTRODUCCIÓN

La utilización de los medios de enseñanza constituye un pilar importante dentro del proceso docente educativo, permitiendo facilitar el desarrollo del conocimiento humano. Estos recursos establecen un vínculo entre lo sensorial y lo racional, entre la imagen inicial y difusa y la imagen concreta pensada.

Desarrollos recientes en el campo de la electrónica permiten predecir lo que será el futuro en la aplicación de nuevas tecnologías como apoyo a la educación. Se puede cuestionar, ¿qué tanto hace que en un salón de clases de cualquier universidad, el maestro se presentaba y apoyado únicamente con el plumón y el pizarrón explicaba a sus alumnos?

Este esquema funciona bien, ha funcionado bien, pero hoy los estudiantes, ya usan control remoto y la tecnología es algo tan transparente para ellos que no se molestan en explicársela, simplemente hacen uso de ella.

“En la medida que ha ido avanzando la tecnología se han buscado métodos que resulten efectivos para el proceso docente. Se puede afirmar, que a cada paradigma de la información ha estado asociada la didáctica y la metodología que apoyen a la docencia en los contenidos más diversos” (Almeida Campos, 1997). La tecnología siempre ha apoyado a la educación, de diferentes maneras y modos, lo singular del momento son los grandes desarrollos en el área del manejo de la información. No se puede dejar de resaltar la atención que los alumnos de educación superior (y quizás todos los alumnos de cualquier nivel educativo), dedican a todos aquellos objetos de estudio que visualmente sean más atractivos. En tal sentido surgen los medios de enseñanza, cada vez más complejos y funcionales que contribuyen a la eficacia de la docencia.

Resulta de vital importancia no solo explicarle a los estudiantes el conocimiento para su formación técnica y científica, sino demostrarle, utilizando herramientas informáticas, todo lo que son capaces de hacer. Las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC) ofrecen grandes posibilidades al mundo de la educación, facilitan el aprendizaje de conceptos y materias, ayudan a resolver problemas y contribuyen al desarrollo de habilidades cognitivas.

En tal sentido los simuladores, teniendo en cuenta todos sus ámbitos: educación, investigación y diseño, están en un momento de auge. Las simulaciones son más rápidas y menos costosas que un experimento real, logrando el mismo objetivo: que el estudiante visualice la aplicación de la teoría en la práctica.

Para la utilización de estos recursos se requiere más preparación y compromiso del docente, además de un reto para desarrollar habilidades que le permitan implementar estrategias de enseñanza, dirigidas a promover nuevas competencias en los estudiantes, capacitados a su vez con aptitudes profesionales.

Numerosos autores (González, 1990; Escudero, 1992; Pons, 1992; Romero, 2000) consideran que los medios, e incluso los que son fruto de las nuevas tecnologías, no definen un determinado modelo educativo, aún cuando condicionan en gran medida la metodología empleada en la enseñanza y el aprendizaje. En este sentido Cark y Salomón, expresan que "... los medios de enseñanza no son en sí mismos factores causales del aprendizaje, pero pueden propiciar de

hecho la utilización de metodologías innovadoras en el aula"(Cark y Salomón, 1986, citados por Pons, J. de P., 1992).

El uso de las computadoras personales, supone preguntarse cuánto puede"... contribuir a cambiar la metodología de enseñanza, el contexto educativo o los instrumentos puestos al servicio del profesor"(Pons, J. de P., 1992, pág. 148), considerando que pueden adoptar, de una manera dinámica, las características de otros medios, al poseer una capacidad de representación e integración no antes vista, de aquí que podrían considerarse "metamedios", como señalan Kay (1984) y Pons, J. de P. (1992).

Tanto en el contexto de la enseñanza, como de la actividad científica contemporáneas, es muy frecuente la explotación de la computadora para la simulación de procesos y fenómenos, y así acceder a su esencialidad a partir de la modelación.

Según González, (1990) la simulación "... resume toda la teoría relacionada con el proceso en el cual se sustituyen las situaciones reales por otras creadas artificialmente... y de las cuales el estudiante debe aprender ciertas acciones, habilidades, hábitos, etc., que posteriormente deberá transferir a la situación de la vida real con igual efectividad". De ahí que esta permita la aplicación creadora por parte del estudiante de los conocimientos y habilidades previamente adquiridos acercando la brecha entre los conceptos y la teoría aprendida y su observación mediante la puesta en práctica.

El uso de la simulación por computadoras sobre la experimentación tradicional, posee determinadas ventajas las cuales en sentido general se resumen en:

- Bajos costos de producción: no es necesario invertir en materiales de laboratorios o instrumentos pues estos generalmente se encuentran disponibles en el paquete de software que permite simular los procesos.
- Alto nivel de interactividad permitiendo repetir la simulación variando las condiciones o los parámetros bajo los cuales estas tienen lugar.
- Bajo nivel de riesgos al no interactuar con elementos que puedan provocar accidentes durante las prácticas.
- Permite aplicar de manera objetiva los conocimientos adquiridos por el estudiante.

Es importante destacar el hecho de que una simulación determinada debe estar encaminada a lograr ciertos objetivos, debe ser desarrollada de manera consciente de modo tal que permita obtener los resultados que de ella se esperan. Metodológicamente refiérase a que muchos de los simuladores actuales no son diseñados con fines didácticos; su contextualización debe realizarse por medio de acciones colaterales que debe realizar el profesor para que su explotación esté en correspondencia con los objetivos, contenidos y métodos del contexto educativo donde se emplean; es necesaria una "reconstrucción" pedagógica de los mismos.

La necesidad de contar con un software que permita realizar simulaciones de las leyes y fenómenos físicos que tienen lugar en la naturaleza hizo posible la ejecución del presente trabajo, realizando un estudio minucioso de la versión anterior del sistema desarrollado en el año 2004 en lenguaje Basic, del cual se detectan las siguientes inconformidades:

- No disponibilidad del código fuente.
- No existía soporte para distribuir mediante la Web.
- Algunos de sus módulos se encontraban inconclusos.
- Adecuado solamente para plataformas Windows.

El software desarrollado (FISIM) permite ser distribuido a través de Internet. Facilita a los docentes crear simulaciones de los procesos físicos con las cuales el estudiante ha de interactuar posteriormente de manera activa y consciente, constituyendo una vía idónea para afianzar los conocimientos.

1. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Aspectos didácticos

FISIM es un software desarrollado para el profesor. El docente elabora la simulación que desea para el estudiante basándose en un modelo matemático definido y desarrolla las orientaciones metodológicas que permiten el trabajo con la misma. El educando por su parte, interactúa con la simulación previamente elaborada, demuestra o rechaza sus hipótesis, emite sus valoraciones y finalmente ejercita las habilidades y los conocimientos obtenidos.

Para que una simulación se perciba como un procedimiento que permita fijar conceptos en la formación del estudiante, se sugiere que el docente desarrolle el mismo a través de las siguientes etapas:

- ✓ Presentación de la simulación. Se realiza por lo general, por medio de una representación esquemática del proceso o fenómeno a simular, así como del modelo matemático que lo describe; con lo cual se ubica al estudiante en la parte de la realidad que se estudiará.
- ✓ Emisión de hipótesis por parte de los estudiantes. El docente debe promover la emisión de hipótesis por parte de los estudiantes acerca del comportamiento del proceso o fenómeno a estudiar, prestando atención a las condiciones determinadas y las variables prefijadas en el modelo matemático, a través del diseño de tareas con estos fines; de tal modo el poder predictivo de los mismos se toma como indicador de sus conocimientos e instrumentaciones.
- ✓ Determinación de las acciones óptimas. En esta etapa se determinan las acciones que optimizan la interacción de los estudiantes con la realidad modelada. Para ello, se recomienda tomar como referentes la actuación de los profesionales de la rama correspondiente en esa realidad que se modela.
- ✓ Constatación de la efectividad del proceso de simulación. Ello puede realizarse por medio de tareas que permitan aplicar, a nuevas situaciones, los conocimientos e instrumentaciones construidos durante el proceso de simulación. Ello incluye nuevas simulaciones, a partir de la modelación de procesos, fenómenos o circuitos de mayor complejidad.

Solo cumpliendo con las pautas anteriores se logrará que una simulación se convierta por sí en un recurso que fomente las habilidades y los conocimientos de los estudiantes.

Descripción del software

Un análisis exhaustivo la solución desarrollada incluye tres componentes fundamentales: la hoja lógica destinada a construir y validar el modelo matemático que describe el proceso a estudiar, permitiéndole crear nuevos, guardar o abrir modelos existentes, además al interpretar indica si el modelo definido posee algún error; el escenario o área de animación, está destinado a construir la simulación en sí, posibilitando adicionar al escenario: vectores, puntos, imágenes, cursores, así como otros elementos; y el administrador de componentes, el cual permite modificar el comportamiento de los elementos que han sido incorporados al escenario.

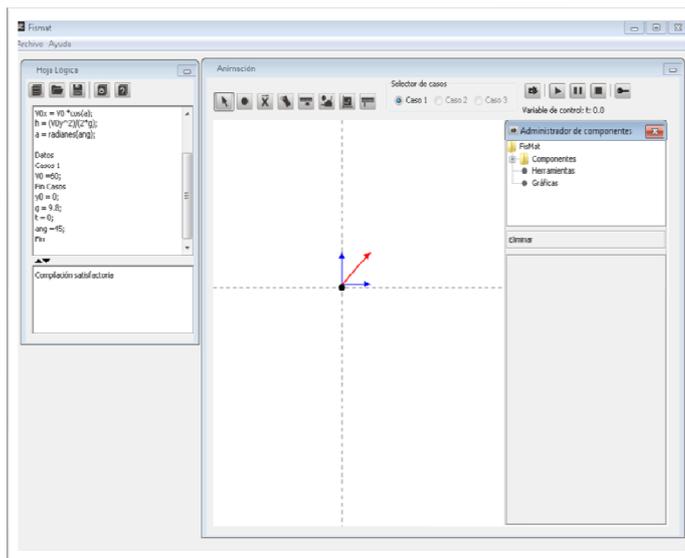


Figura 1. FISIM

Hoja Lógica

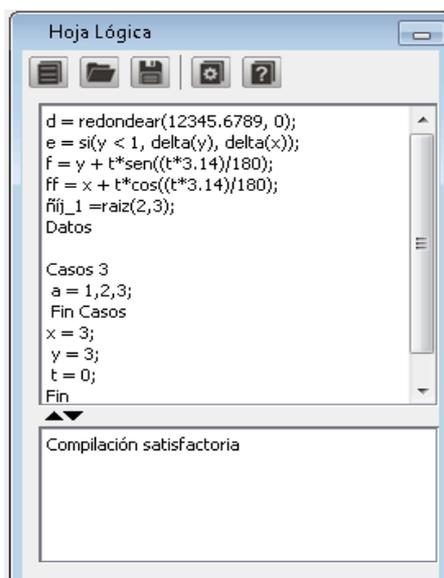


Figura 2. Vista de la hoja lógica

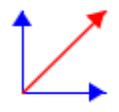
Comprende las siguientes funcionalidades:

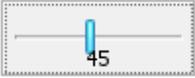
- Definir un modelo matemático que describa un fenómeno físico.
- Interpretar un modelo matemático.
- Mostrar los errores que contenga el modelo matemático definido.
- Calcular el valor de una de las variables definidas en el modelo descrito.
- Mostrar la ayuda del intérprete con la sintaxis y las principales reglas que debe cumplir el modelo matemático definido.
- Mostrar listado de palabras reservadas agrupadas por las siguientes categorías: Palabras Reservadas, Funciones Matemáticas, Operadores Aritméticos y de Comparación y Otras.
- Definir los Casos (Establecer entre uno (1) y tres (3) valores a las variables del modelo matemático descrito).
- Guardar un modelo matemático.
- Abrir un modelo matemático previamente definido.

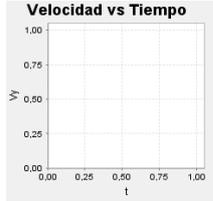
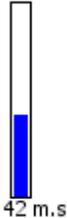
Módulo Escenario.

Permite trabajar con los siguientes elementos:

Tabla 1. Componentes que se pueden insertar en el escenario.

Componente	Representación	Descripción
Vector		<p>Permite representar vectorialmente el comportamiento de alguna magnitud. Al momento de insertarlo deben introducirse los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posición x e y respecto al origen de coordenadas. • Valor inicial de las componentes x e y, en caso de que estos sean fijos. • Indicar si se mostrará gráficamente las componentes horizontal y vertical de la magnitud representada. • Establecer de manera opcional la(s) variable(s) que modificará(n) la posición o el valor de las componentes durante la simulación.

Punto		<p>Permite representar un elemento con determinado comportamiento. Para ello es posible establecer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posición x e y respecto al origen de coordenadas. • Diámetro del punto a representar en pixeles. • Establecer de manera opcional la(s) variable(s) que modificará(n) la posición durante la simulación. • Indicar de manera opcional si se debe representar la trayectoria del punto o no.
Etiqueta	<p>$s = 25 \text{ m}$</p>	<p>Permite mostrar cierta información estática o tomada a partir de la evaluación de una variable. Al momento de crearla deben introducirse los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posición x e y respecto al origen de coordenadas. • Establecer el texto a mostrar. • De manera opcional el texto puede ser dinámico, es decir tomar sus valores a partir de una de las variables definidas en el modelo.
Cursor		<p>Instrumento que permite modificar el valor de una variable sin la necesidad de hacerlo en el modelo. Al momento de insertarlo se pueden establecer los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posición x e y respecto al origen de coordenadas. • Valores mínimo y máximo que podrá establecer. • Definir su orientación (Vertical u Horizontal). • Establecer la variable que modificará.

<p>Imagen</p>		<p>Pueden ser usadas de manera diversa y permiten un gran número de opciones a configurar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posición x e y respecto al origen de coordenadas. • Alto y ancho de la imagen a mostrar. • Establecer de manera opcional la(s) variable(s) que modificará(n) la posición, el ancho, alto, y su visibilidad durante la simulación. • Establecer en caso de que lo requiera su desplazamiento horizontal y/o vertical, manteniendo siempre fijo el lado contrario al desplazamiento.
<p>Gráfica</p>		<p>Permite representar dinámicamente una variable en función otra. Al momento de crearla deben establecerse los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre de la gráfica. • Variables que se mostrarán.
<p>Medidor</p>		<p>Brinda la posibilidad de representar visualmente el cambio de estado de una magnitud determinada. Al momento de crearlo deben insertarse los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posición x e y respecto al origen de coordenadas. • Valor máximo de unidades a representar. • Establecer la unidad de medida de la magnitud a representar. • Establecer la variable que representará.

Comprende las siguientes funcionalidades:

- Permitir trabajar con objetos (imágenes) en el escenario.
- Adicionar/Eliminar objetos en el escenario.
- Seleccionar un objeto.

- Mostrar las propiedades del objeto.
- Establecer el comportamiento de cada objeto según las variables del modelo matemático definido en el intérprete.
- Cambiar su posición en el eje x y/o en el eje y.
- Modificar sus dimensiones.
- Modificar su visibilidad.
- Mover un objeto previamente adicionado a cualquier posición dentro del escenario.
- Permitir ejecutar una simulación.
- Iniciar la simulación.
- Pausar la simulación.
- Detener la simulación.
- Mostrar el comportamiento de los objetos según el modelo matemático descrito.
- Permitir la ejecución de uno (1) a tres (3) casos.
- Cambiar entre cualquiera de los casos definidos.
- Mostrar el comportamiento de los objetos según el caso definido en el modelo matemático descrito.
- Permitir al usuario administrar los objetos ubicados en el escenario.
- Listar todos los objetos ubicados en el escenario.
- Seleccionar un objeto en el administrador.
- Mostrar las propiedades de un objeto seleccionado.
- Eliminar un objeto seleccionado.
- Mostrar la posición (x; y) en el escenario de un objeto seleccionado.

Administrador de Componentes

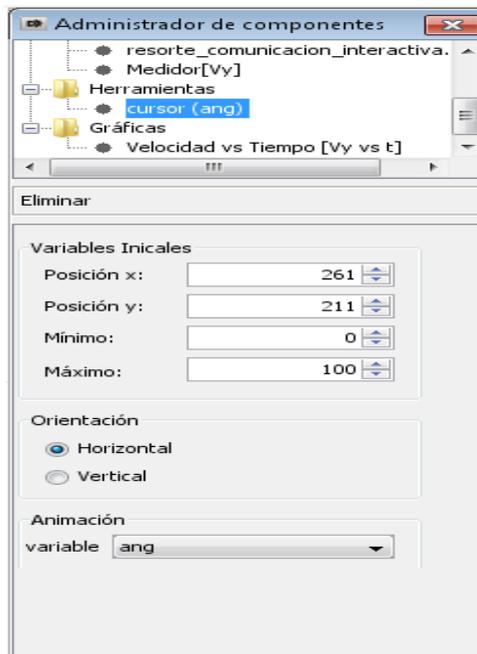


Figura 3. Administrador de componentes

En esta sección de trabajo existe una lista de todos los elementos que han sido incorporados al escenario. Una vez que han sido seleccionados es posible:

- Eliminar el elemento seleccionado pulsando sobre el botón eliminar
- Cambiar el valor de las propiedades que definen el componente seleccionado.

Cada elemento según el tipo definido posee un panel de edición que se muestra en el área inferior brindando la posibilidad de modificar el componente al cual pertenecen las propiedades listadas.

Los elementos antes descritos constituyen los principales requisitos que debe cumplir el software. Cada una de las funcionalidades permitirá la representación de procesos o experimentos que por lo costoso, por lo peligroso o por la duración de los mismos no es económico o aconsejable realizarlos en el escuela. Dado el carácter interactivo del medio, el estudiante puede participar en el control del proceso determinando la dirección de un movimiento, el ángulo de inclinación de un disparo o cualquier otro parámetro que influya en el resultado.

2. ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD

Existen varias dimensiones que deben ser analizadas para valorar la sostenibilidad de un producto informático, ellas son: administrativa, socio-humanista, ambiental y tecnológica. Para el desarrollo del software en cuestión se han tenido en cuenta estas dimensiones con el objetivo de lograr un producto acorde a los principios del desarrollo sostenible.

Haciendo referencia específicamente a la dimensión administrativa se ha implementado utilizando tecnologías libres evitando el pago de licencias. Con el software se logra una herramienta que con un adecuado uso aumenta considerablemente la preparación de estudiantes en una materia tan importante como lo es la Física, cumpliendo así con su principal objetivo. El producto generará ingresos directamente a la Universidad mediante su comercialización como parte de una plataforma educativa.

Desde el punto de vista socio-humanista, con la puesta en marcha del sistema se logra un alto nivel de satisfacción en los usuarios y un mayor aprovechamiento por parte de los estudiantes de los contenidos que se le imparten. Su uso mejorara el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes del bachiller pues entre las facilidades que brinda está comprender los elementos principales de la Física mediante la experimentación ya se guiada o autodidacta. Su uso no generará empleos, tampoco disminuirá.

Tecnológicamente existe correspondencia entre el producto y los conocimientos del usuario para que pueda utilizarlo a plenitud. En tal sentido el sistema será manipulado por estudiantes con conocimiento básico de informática que unido al diseño de interfaz amigable y sencillo del sistema le permiten su utilización adecuada y óptima. Aún así, el sistema cuenta con un manual de usuario para facilitar el uso con respecto a sus principales funcionalidades, con ayuda contextual que pueden consultar en cualquier momento.

Los efectos en la dimensión ambiental son varios, se pronostica que con la implantación del sistema disminuya el volumen de materiales candidatos a desechos contaminantes; dígase sustancias, objetos, entre otros utilizan los profesores y estudiantes en las aulas. En la interfaz de usuario se concibe la distribución espacial de los componentes de una forma flexible y cómoda que evita el uso irracional del ratón y el teclado. Se aplican además conocimientos para el tratamiento de textos, imágenes y colores obteniendo un resultado agradable al usuario y que no provoca esfuerzos a la visión.

CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió analizar el estado del arte y el uso que se da a los simuladores como medios de enseñanza aprendizaje. Estos constituyen un elemento importante dentro de cualquier proceso de formación favoreciendo la experimentación y la aplicación práctica de los conocimientos y habilidades adquiridas.

A partir del estudio realizado se determinó la estructura que el software posee, sus módulos y el alcance definido.

Se obtuvo un producto desarrollado mediante la tecnología Java, lo cual permite distribuirlo a través de la web, un funcionamiento independiente del sistema operativo y la robustez que Java implica.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Adell, J.** Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, N. 7. [En línea] 1997. <http://www.uib.es/depart/gte/revelec7.html>.
2. **Almeida Campos, S.; Febles Rodríguez, J. P. y Bolaños Ruiz, O.** Evolución de la Enseñanza asistida por computadoras. *Revista cubana de educación médica superior*. 1997. [En línea] <http://portal.revistas.bvs.br/index.php?issn=0864-2141&lang=pt>
3. **Alonso González, J y Gómez Ferral, A. I.** *Características fundamentales de los software´s dedicados a la enseñanza*. La Habana.: CESoftE., 1994.
4. **Gimeno Sacristán, J. y Pérez Gómez, A. J.** *Comprender y transformar la enseñanza*. . Madrid.: Ediciones Morata S. A., 1992.
5. **Crahay, M.** *Psicología de la educación*. Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello., 2002.
6. **González Castro, V.** *Teoría y práctica de los medios de enseñanza*. Ciudad de La Habana.: Editorial Pueblo y Educación., 1990.
7. **Jacquinat, G., Pons, J. y Gortari Drets, C.** Más allá de un género: hacia una nueva retórica de los programas educativos. En las nuevas tecnologías de la información en la educación. Sevilla.: Ediciones Alfar, S. A., 1992, págs. 31-45.
8. **Jiménez, J. A., Pons, J. y Gortari Drets, C.** Plan Zahara XXI: una propuesta de introducción de N. T de la información y la comunicación en la enseñanza. En las nuevas tecnologías de la información en la educación. Sevilla.: Ediciones Alfar, S. A., 1992, págs. 157–177.
9. **Martín Rodríguez, A.** *Laboratorios simulados en Física para Ingenieros Eléctricos: experiencias y propuestas*. 2001, En *Revista Cubana de Física*. Vol. 18, N. 2. Ciudad de La Habana.
10. **Pifarré, M. y Jaume, S.** *El diseño de contextos educativos mediados por ordenador y el aprendizaje de contenidos procedimentales de matemáticas en la ESO*. Universidad de Lleida.: s.n.
11. **Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A.** *Aprender y enseñar ciencia*. . Madrid.: Ediciones Morata S. L., 2001.
12. **Pons, J. y Gortari Drets, C.** Un análisis prospectivo sobre las aplicaciones educativas de la informática en Las nuevas tecnologías de la información en la educación. Sevilla.: Ediciones Alfar, S. A., 1992, págs. 147–154.
13. **Rodríguez Illera, J.** *El aprendizaje mediado con ordenadores: realidades contextuales y Zona de Desarrollo Próximo*. 1997, *Revista Cultura y Educación*. N. 6–7, págs. 77–90.
14. **Santángelo, H. N.** *Modelos pedagógicos en los sistemas de enseñanza no presenciales basados en nuevas tecnologías y redes de comunicación*. 2000, *Revista iberoamericana de educación*, N. 24, págs. 135–159.

15. **Sureda Negre, J.** *La simulación como acción tecnológica en educación ambiental.* 1986, En Revista Teoría de la Educación. N. 1.
16. **Trahtemberg, L.** *El impacto previsible de las nuevas tecnologías en la enseñanza y la organización escolar.* 2000, Revista iberoamericana de educación, N. 24, págs. 37–62.
17. **Romero Morante, J., Pons, J. y Gortarí Drets, C.** Del diseño y producción de medios al uso pedagógico de los mismos en Las nuevas tecnologías de la información en la educación. Sevilla.: Ediciones Alfar, S. A., 2000, págs. 15–30.
18. **Valdés Castro, P.** *El proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física en las condiciones contemporáneas.* . La Habana.: Editorial Academia. , 1999.

DATOS DE LOS AUTORES



Marcel Puentes Rojas, graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas en el año 2008, Profesor de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Vinculado a la producción de software para la educación desde su graduación.



Yanirys Silva Lemus, graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas en el año 2008, Profesor de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Vinculado a la producción de software para la educación desde su graduación.



Yusnier Reyes Dixson, graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas en el año 2008, Profesor de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Vinculado a la producción de software para la educación desde su graduación.



Risell Ramírez Ramos, graduado de Ingeniero en Ciencias Informáticas en el año 2007, Profesor de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Vinculado a la producción de software para la educación desde su graduación.