

# Simulador gráfico de Movimiento Armónico como instrumento para integrar conocimientos

Ruben H. Bongianino<sup>1</sup>, Griselda I. Cistac<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería. UNLPam (Universidad Nacional de La Pampa), Gral. Pico- La Pampa, Argentina

## Resumen

La incorporación y uso adecuado de las TIC's durante el proceso de enseñanza-aprendizaje puede convertirse en un instrumento que ayuda a lograr aprendizajes significativos por un lado al construir el código fuente de un simulador, y por otro cuando se lo utiliza realizando experiencias virtuales. El trabajo presenta el desarrollo de un instrumento virtual de aprendizaje para ser utilizado como un simulador de un sistema mecánico aplicado en este caso sobre una masa, un resorte y un amortiguador (Simulador\_MRA), con el objetivo de facilitar la incorporación de temas conceptuales del área mediante la realización de distintas experiencias. Durante las mismas se visualizan en la pantalla en tiempo real el movimiento de la masa y del resorte conjuntamente con las gráficas asociadas a la posición, velocidad, aceleración, y energías del sistema en función del tiempo. Las simulaciones se realizan en lenguaje Java, a través de un software para tal fin (Easy Java Simulations). A su vez se analizan las ventajas en la realización y utilización del Simulador\_MRA frente a otros similares que se encuentran disponibles en la red.

*Palabras clave:* TIC's – Simulación – Laboratorio virtual – Internalización – Aprendizaje significativo – Movimiento Armónico.

## 1. Introducción

El estudiante de Ingeniería cuando desarrolla sus actividades académicas previstas en el Plan de Estudios adquiere una formación que le permite aplicar sus conocimientos para resolver distintos tipos de situaciones, la mayoría de ellas relacionadas con la tecnología.

En estas aplicaciones se tienen que poner en juego ciertas capacidades y contenidos de diversas áreas. Las que se pueden agrupar en dos: Ciencias Básicas (conceptos matemáticos y físicos) y fundamentos tecnológicos de asignaturas específicas.

Las capacidades puestas en juego y el interrelacionar distintos contenidos permiten lograr en el estudiante:

1. aprendizajes significativos,
2. interrelacionar temas de distintas asignaturas,
3. internalizar contenidos, entre otros.

Si bien el estudiante a lo largo de sus años de estudio logra lo mencionado anteriormente, la propuesta didáctica presentada a través del diseño de una herramienta virtual permite lograr que se comiencen a desarrollar dichas capacidades desde los primeros años de su carrera. Esto es factible debido a que la evolución de la tecnología en los últimos años ha posibilitado la creación de herramientas didácticas que se han ido incorporando en el proceso de enseñanza-aprendizaje enriqueciendo el mismo [7]. La transmisión del conocimiento se ha modificado con las nuevas tecnologías ya que elegidas y aplicadas adecuadamente hacen eficiente la labor de enseñar y aprender. [6].

Los docentes pueden acceder a un sinfín de materiales educativos gratuitos disponibles en Internet y esto es gracias a los continuos avances tecnológicos que se observan en relación a las telecomunicaciones. El empleo de simuladores como material educativo, para la enseñanza de contenidos de diferentes disciplinas dentro de la Ingeniería: Física, Electrónica, Control, Robótica entre otras, brindan una nueva forma de acercarse al conocimiento, de manera que los estudiantes realicen variados experimentos en forma simultánea, optimizando el uso de los recursos informáticos; además benefician la construcción del aprendizaje significativo promoviendo la formación en competencias tales como la observación, interpretación y el análisis de los resultados alcanzados. [7]

Dentro de una postura constructivista en la relación sujeto-simulador, el estudiante construye modelos a través de los cuales interpreta e interviene el mundo, contrasta sus modelos con la información que le aporta el simulador y desarrolla procesos cognitivos bajo un ambiente interactivo, y desde allí se modifican sus propios modelos de representar el mundo. [1]

La propuesta que se desea compartir utilizando herramientas virtuales de modo de lograr una mejor internalización e integración de contenidos, se lleva a cabo en la Facultad de Ingeniería de la UNLPam involucrando asignaturas de Ciencias Básicas y Tecnológicas de las carreras de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Electromecánica con orientación en Automatización Industrial.

Para alcanzar parcialmente las expectativas de logro descritas anteriormente se puede trabajar por ejemplo en las Tecnológicas Básicas con simulaciones disponibles en Internet. Se debe tener presente que sólo se pueden aplicar a las mismas la verificación o visualización de los problemas tecnológicos en función de las libertades que el creador del software permita al usuario. Desde esta utilización puede considerarse que la herramienta presenta ciertas limitaciones pues los estudiantes no pueden realizar experiencias distintas para las que fueron diseñadas originalmente. Por otro lado utilizando estas simulaciones como un laboratorio virtual (si bien no se puede desconocer que presentan ventajas), los estudiantes no logran desarrollar totalmente los objetivos buscados. Cuando se usan éstas las mismas reemplazan parcialmente la parte experimental, los estudiantes pueden realizar: mediciones, relevar datos, confeccionar tablas, realizar gráficos; y a partir de allí obtener conclusiones verificando o no principios básicos del fenómeno en estudio. Este modo de trabajo posibilita disponer por ejemplo de un laboratorio de Física en una PC, logrando algunos objetivos de las prácticas experimentales. Difícilmente el laboratorio virtual puede reemplazar totalmente al físico, porque en la práctica experimental se opera directamente con los elementos físicos (de forma equivalente a manipular material en un taller o fábrica). Hay que tener presente que si bien el laboratorio virtual no reemplaza al laboratorio físico, este entorno permite desarrollar ciertas estrategias didácticas que mejoran el proceso enseñanza-aprendizaje como expresa [5]: “Día a día las investigaciones en diseño y desarrollo de herramientas didácticas que apoyen el proceso enseñanza aprendizaje de estudiantes, se han venido desarrollando con gran apoyo económico y académico, principalmente por el impacto que han tenido las tecnologías de la información y la comunicación en la educación.”

En el presente trabajo se describe el desarrollo de un Simulador\_MRA de un sistema mecánico (masa-resorte-amortiguador) y el análisis llevado a cabo en la simulación de modo de poder visualizar el movimiento armónico. El Simulador\_MRA se halla disponible a través del acceso al Campus Virtual de la Facultad de Ingeniería de la UNLPam, de modo que los estudiantes puedan acceder y efectuar las actividades prácticas solicitadas por las asignaturas específicas, y desde allí, apropiarse de nuevos conocimientos a través de la experimentación, favoreciendo el aprendizaje significativo. El instrumento se programó eligiendo

entre la multiplicidad de software libre ofrecido en Internet el Easy Java Simulations [3].

El elegir la utilización del Simulador\_MRA durante el proceso de enseñanza-aprendizaje es optar por una herramienta interactiva que involucra distintos sentidos. “Wolf (1996) en su trabajo Teaching Transport Phenomena with Interactive Computers to the Nintendo Generation sostiene que la percepción sensorial puede aumentar desde un 20 % cuando es sólo auditiva, hasta un 80% si se incluye un elemento interactivo” [11].

Se comparte el concepto expresado por [4] cuando afirma que los laboratorios virtuales son dispositivos de interacción que introducen a los estudiantes en un mundo virtual convirtiéndose en una herramienta importante del proceso de enseñanza-aprendizaje, pues permite visualizar las soluciones analíticas que son difíciles de interpretar en ‘lápiz y papel’. La utilización de dichas herramientas como dice [10] hace que: “...el rol del docente deje de ser únicamente el del transmisor, para convertirse además en un facilitador y orientador del conocimiento y en un participante del aprendizaje junto al estudiante (UNESCO, 2004)”.

## 2. Simulador\_MRA

El Simulador\_MRA permite ingresar los valores del sistema físico mediante su panel de simulación utilizando cursores deslizables y visualizar las magnitudes físicas de interés en las pantallas gráficas.

El código fuente desarrollado para llevar a cabo los análisis de las distintas respuestas posibles del sistema mecánico bajo estudio (simple-amortiguado-forzado), fue escrito utilizando el programa (Easy Java Simulations [3]) y se muestra en la Figura 1 el del movimiento armónico simple.

```

Energy
T = 0.5*m*vx*vx;
V = 0.5*k*(x-L)*(x-L);
E = T + V;
A = { Math.sqrt(E/(0.5*k))};
w1 = Math.sqrt((k/m));
des=AMP*Math.cos(w1*t);
vxx=-1*AMP*w1*Math.sin(w1*t);
axx=-1*AMP*w1*w1*Math.cos(w1*t);

```

Figura. 1. Ecuaciones del movimiento armónico simple

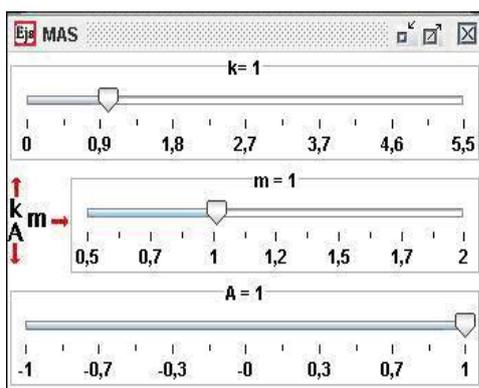


Figura 2 Asignación de valores de parámetros (amplitud, masa, constante elástica)

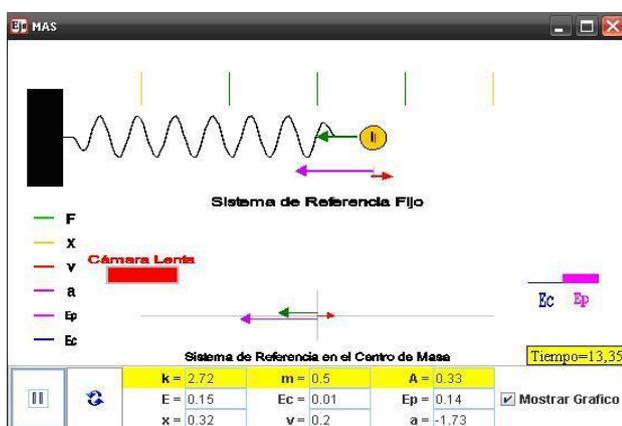


Figura 3 Panel de la simulación

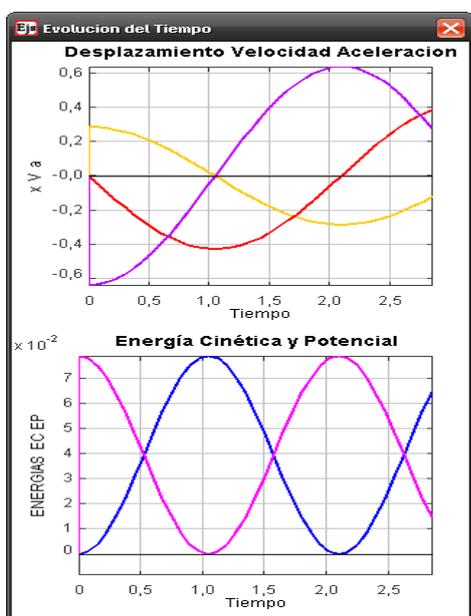


Figura 4. Gráficos obtenidos en la simulación.

Para poder realizar la experiencias del caso en estudio, el estudiante debe seleccionar mediante los cursores deslizables los valores de los parámetros correspondientes a la masa ( $m$ ), constante elástica ( $k$ ), y posición inicial de la masa ( $A$ ). En este caso la pantalla

es la que se muestra en la Figura 2.

Una vez seleccionados los valores del sistema bajo estudio y puesta en marcha la simulación, las pantallas principales del Simulador\_MRA se muestran en las Figuras 3 y 4.

La Figura 3 representa lo que se denominará panel de simulación del sistema

En la Figura 4 se presentan los gráficos correspondientes al desplazamiento, velocidad, aceleración y energías del sistema puestas en juego.

### 3. Potencialidad del Simulador

Cuando se lo utiliza únicamente como simulador posee las mismas ventajas que la de los que se encuentran en la red. Se puede destacar como ventaja adicional que la estructura, las variables que se muestran, los gráficos y el diseño pueden ser adecuados al grupo de estudiantes con los que se está trabajando. La adecuación al grupo estudiantil se basa en que el mismo ha sido diseñado por un grupo de docentes de las distintas cátedras involucradas de modo de poder definir que tipo de actividades se desarrollarán en los cursos comprometidos. Por ejemplo para una de las cátedras es de interés ver los vectores asociados a cada una de las fuerzas involucradas, para otras las energías puestas en juego, o las condiciones cinemáticas del problema entre otros, debiéndose para ello adecuar el código fuente.

El incorporar el Simulador\_MRA en las distintas asignaturas tiene entre sus objetivos lograr una mejor internalización de conceptos, integración de distintas áreas del conocimiento considerando a la herramienta virtual como un disparador para potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje, postura compartida con [4].

Cuando el estudiante lo utiliza como simulador de una de las tres soluciones posibles (oscilatorio, amortiguado, forzado), puede por ejemplo variar los parámetros de modo de analizar y visualizar la incidencia de ellos en el comportamiento del sistema (posición, velocidad, aceleración, energías). Si se desea profundizar su aprendizaje significativo se le plantea como propuesta que resuelva alguno de los otros casos. Para ello el estudiante debe obtener analíticamente la solución de la ecuación diferencial que modela el sistema modificado, de modo de incorporar la misma al código fuente.

La codificación en lenguaje Java, para la construcción del Simulador\_MRA, profundiza el aprendizaje del sistema transformándolo en significativo, permitiendo la integración de contenidos y el logro de capacidades tendientes a la construcción de las competencias profesionales que el futuro egresado de la carrera necesita. Durante el desempeño profesional el graduado involucra los conocimientos teóricos, maneras, procedimientos y técnicas, solución de problemas y toma de decisiones. Todas esas acciones se trabajan

desde las consideradas competencias principales de modo de lograr un buen desempeño profesional. [2]. El lograr que se construyan las competencias profesionales en la época actual adquiere suma importancia pues como indica [12]: "... no bastará con acreditar un título universitario: habrá que acreditarse como un buen profesional."

Un modo de iniciar las competencias desde los primeros años se logra al realizar la simulación pues se tienen que conocer e integrar los contenidos tanto del sistema bajo estudio como de las herramientas matemáticas que dan solución al mismo. En esta etapa si el estudiante no evalúa si la respuesta analítica obtenida se encuadra dentro de alguna de las otras dos, al simularla en él se presentarán discrepancias entre lo esperado y lo obtenido en las pantallas gráficas. Es aquí donde se ponen en juego capacidades y competencias más profundas, y de alguna manera similares a las profesionales que se mencionaron anteriormente.

Cuando el estudiante debe modificar el código fuente para cambiar el caso de estudio, debe incorporar conocimientos básicos de programación que le posibilitan la incorporación de la solución analítica pues la misma debe estar encuadrada dentro de los tres casos posibles. La importancia de la representación mediante gráficas (que son la solución al problema) en el Simulador\_MRA, se fundamenta en el hecho de que durante el proceso de comprensión y retención de información se logra una mayor efectividad al activar distintos sentidos en el estudiante.

#### 4. Actividades

Como se ha descrito anteriormente el Simulador\_MRA se puede utilizar según dos grandes enfoques: como un simulador personalizado, o como un disparador de aprendizajes significativos.

El uso como simulador personalizado no difiere sustancialmente de los que se encuentran en la red como se ha descrito anteriormente.

Cuando la propuesta es profundizar aprendizajes significativos las opciones pueden presentarse de menor a mayor complejidad. Algunas de las consignas a desarrollar se describen a continuación:

- 5 Partiendo del sistema ya diseñado (movimiento armónico simple) modificar el código fuente de modo de poder evaluar otros parámetros (posiciones extremas, valores máximos o mínimos de estas variables, vectores asociados a las fuerzas involucradas).
- 6 Analizado por ejemplo el movimiento armónico simple modificar el código fuente de modo de poder simular alguno de los otros dos casos (el movimiento amortiguado o el forzado).

Cuando el estudiante debe modificar el código fuente para analizar alguno de los otros casos debe incorporar las ecuaciones correspondientes al problema bajo estudio, seleccionar las variables de los gráficos a mostrar, y utilizar las secuencias de comandos en el lenguaje de programación específico.

En este tema para resolver y garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos al desarrollar el código fuente, es necesario aplicar los principios físicos del sistema (masa-resorte-amortiguador) conociendo sus propiedades cinemáticas y dinámicas. A su vez debe poner en juego las herramientas matemáticas que permiten resolver ecuaciones diferenciales (tanto de primer como de segundo orden)

Para programar el Simulador\_MRA, en primer lugar el estudiante debe resolver analíticamente el problema físico bajo estudio de modo de poder diseñar el código fuente en el software elegido (Easy Java Simulations [3]). Con esta forma de trabajo las capacidades que se ponen en juego (enumerando las más relevantes) son:

- Conocer los fundamentos conceptuales y las leyes físicas que rigen el movimiento del sistema mecánico (conceptos de posición, velocidad, aceleración del sistema).
- Manejar los métodos de resolución de ecuaciones diferenciales de 1° y 2° orden.
- Incorporar nociones básicas de programación y su implementación en lenguaje Java.

Las tareas que debe desarrollar el estudiante para programar el Simulador\_MRA., se pueden describir mediante los siguientes pasos:

- Aplicación de las leyes físicas al sistema mecánico.
- Interpretación vectorial de las fuerzas, velocidades y aceleraciones del sistema.
- Planteo de la ecuación diferencial en función de las variables de interés.
- Resolución de la ecuación diferencial, obteniendo la posición del sistema en función del tiempo.
- Obtención de otras magnitudes de interés del sistema, a partir de las ecuaciones correspondientes tales como:
  1. Velocidad y Aceleración del sistema.
  2. Energía Potencial del sistema
  3. Energía Cinética del sistema
  4. Energía Total del sistema.

Los docentes pueden encuadrar dichas actividades dentro de asignaturas del área de Física (cuando aplican

las leyes físicas del sistema) y de Informática (cuando desarrollan conceptos de programación). Otra propuesta es lograr la integración con algunos conceptos matemáticos de Análisis III, como ser: Transformada de Laplace, Método en Fracciones Simples, Teorema del Valor Final, Teorema del Valor Inicial y la simulación. Esto se logra cuando se decide que la resolución de la ecuación diferencial se lleve a cabo utilizando Transformada de Laplace de modo de aplicar la Transformada Inversa o Antitransformada a un desarrollo en fracciones simples. Antes de llevar al dominio temporal aplicando el Teorema del Valor Inicial y Final se pueden predecir dichos valores extremos en el dominio temporal calculándolos en el dominio Transformado. Este procedimiento incorpora una forma no tradicional de resolución de ecuaciones diferenciales, a la vez que permite la verificación de los resultados del movimiento que se está analizando. Esta integración puntual entre Transformada de Laplace y la simulación posibilita una mejor interpretación de los resultados analíticos obtenidos.

Hay que tener presente que al resolver analíticamente el sistema bajo estudio el estudiante tiene conocimiento del tipo de respuesta a visualizar, es decir el de un movimiento simple, amortiguado o forzado el que debe ser corroborado por el Simulador\_MRA. Cuando lo simulado no corresponde al movimiento en estudio el estudiante debe volver sobre sus pasos de modo de identificar si existen errores: en el planteo físico, en la resolución analítica, o en la incorporación de las ecuaciones en el código fuente.

El grupo de estudiantes a quienes está dirigido el Simulador\_MRA se encuentra cursando los primeros años de la carrera de Ingeniería. Donde además de tener como objetivo el aprendizaje de contenidos e interrelación de los mismos se pretende capturar la atención del estudiante, despertando el interés y motivación sobre los temas presentados de modo de lograr una influencia positiva en su proceso de aprendizaje a través del material educativo desarrollado que estimula el aprendizaje a través de escenarios interactivos e innovadores, postura compartida con [4] [7].

El Simulador\_MRA diseñado como así las actividades áulicas mencionadas se llevan a cabo en el marco de un proyecto de investigación de la Facultad donde las herramientas virtuales adquieren suma importancia para lograr los propios objetivos del proyecto. La propuesta áulica involucra de por sí el precepto que toda acción que se lleve a cabo tiene siempre entre uno de sus objetivos realizar una buena práctica docente. Según el Grupo DIM (Grupo de investigación y comunidad de aprendizaje de la Universidad Autónoma de Barcelona) se entienden :” las buenas prácticas docentes las intervenciones educativas que facilitan el desarrollo de actividades de aprendizaje en las que se logren con eficiencia los objetivos formativos previstos ...”.

La utilización de sistemas multimedia, entornos virtuales de aprendizajes, simulaciones que posibiliten la implicación del alumnado, seleccionados y preparados adecuadamente pueden contribuir a aumentar la potencialidad formativa de las prácticas docentes ofreciendo un instrumento valioso para apoyar procesos de aprendizajes significativos para obtener ambientes educativos de calidad. [4] [9].

A su vez se debe tener presente que la gestión del conocimiento en las instituciones educativas debe ser mediada por nuevas formas y nuevas tecnologías, pero desde la reflexión-acción que permita la identificación de las necesidades, del recurso humano y de los valores intrínsecos de los sujetos y la institución.[13]

## 5. Instructivo de utilización

Para poder utilizar el Simulador\_MRA se detallan a continuación los pasos necesarios a seguir y el enlace que permite acceder al simulador del sistema masa-resorte que modela el movimiento armónico simple en este caso.

Una vez que se accede al archivo (MAS\_SIMPLE.jar.) correspondiente a la simulación del movimiento armónico simple se despliegan las siguientes pantallas Figuras 5, 6, 7

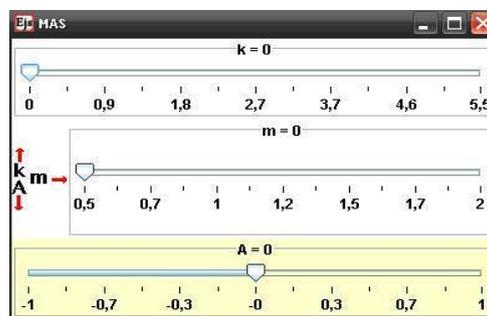


Figura 5 Panel de selección de parámetros.

La pantalla mostrada en la Figura 5 permite mediante el desplazamiento de los cursores, ingresar los valores correspondientes a: constante elástica del resorte ( $k$ ), a la masa ( $m$ ), y posición inicial de la masa ( $A$ ). Una vez ingresados los mismos numéricamente se observan en la pantalla correspondiente a la Figura 6. Las unidades asociadas a las variables se hallan expresadas en forma implícita en el sistema M.K.S.

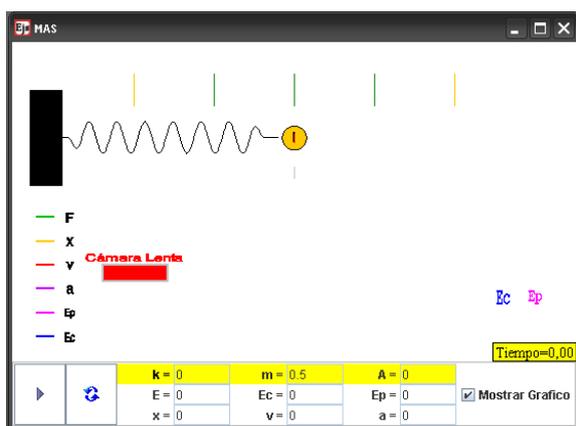


Figura 6. Pantalla principal de simulación

Accionado el ícono  que se encuentra en el borde inferior izquierdo (iniciar/parar la simulación) de la pantalla principal (Figura 6) se inicia o pausa la simulación. Mientras se ejecuta la misma se observa el desplazamiento, velocidad y aceleración en la parte superior de la Figura 7 y las energías en su parte inferior.

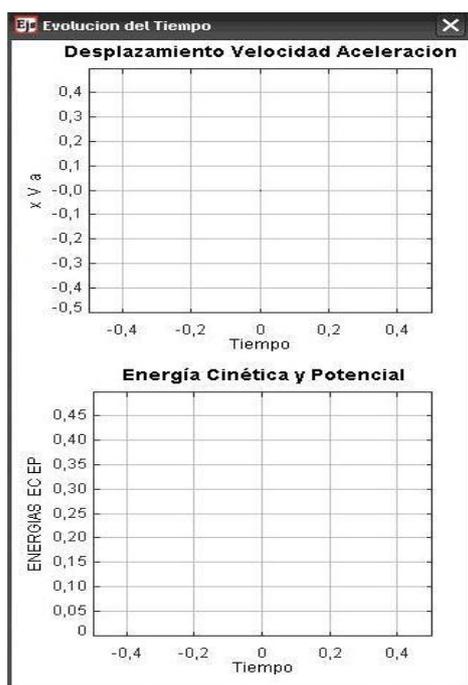


Figura 7. Panel de los gráficos obtenidos en la simulación.

El movimiento del sistema en la Figura 6 y las representaciones gráficas en la Figura 7 corresponden a su ejecución en tiempo real.

Simultáneamente en la pantalla principal (Figura 6) se tiene información de los valores numéricos de los parámetros ingresados, de las energías puestas en juego y del tiempo de ejecución. Gráficamente se tiene información mediante uno de barras de las energías cinética y potencial y mediante vectores los asociados a la velocidad, aceleración y fuerza en dos sistemas de

referencia uno fijo y el otro en el centro de masa. En cualquier instante la simulación puede detenerse o reiniciarse. Cuando se reinicia actuando con el Mouse

sobre el ícono  (que se encuentra al lado de iniciar/parar la simulación) pueden o no cambiarse los parámetros para otra situación de análisis. El panel de gráficos de la Figura 8 pueden ser visibles o no marcando el lugar asignado con la siguiente leyenda: 'mostrar gráficos'. Puede ocurrir que debido a los parámetros seleccionados la visualización de las señales sea rápida para interpretar, para ello se dispone de una barra de color con la leyenda: 'Cámara Lenta'.

El enlace desde el cual se accede al caso en estudio es:

[http://www.ing.unlpam.edu.ar/home/archivos/MAS\\_SIMPLE.jar](http://www.ing.unlpam.edu.ar/home/archivos/MAS_SIMPLE.jar)

Para poder ejecutar la simulación puede con el mouse hacer 'click' en el enlace o copiar el mismo pegándolo en un navegador. Puede ocurrir con algunos navegadores que al guardar el archivo en un directorio cambie la extensión del mismo (jar) a zip. En caso de que esto ocurra debe cambiarse la misma a \*.jar. Una vez que tiene disponible el archivo MAS\_SIMPLE.jar en su PC, para ejecutarlo haga doble 'click' sobre el mismo.

## Conclusiones

El surgimiento de una cultura donde lo visual predomina sobre lo textual, y las formas particulares en la que los dispositivos fomentan nuevos estilos de interacción, impulsan a los docentes, a implementar nuevos diseños de materiales educativos con el objetivo de llegar a los estudiantes con nuevas propuestas de formación. La implementación y uso del Simulador\_MRA significa el desarrollo de nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje que coinciden con el cambio de estilos y ritmos de aprendizaje para todos los estudiantes, que acceden al material a través de diferentes instrumentos digitales, redes inalámbricas, portátiles, de mano, entre otros.

Cuando se impulsan propuestas innovadoras orientadas a mejorar la calidad académica, los estudiantes puedan incorporar nuevos saberes, mediante la participación activa y la experimentación. La educación universitaria se está configurando permanentemente y los docentes son participes primarios en éste proceso. La incorporación de nuevas tecnologías posibilita en los estudiantes una visión más amplia y más interesante en las asignaturas con la incorporación de las nuevas tecnologías.

Cuando los estudiantes trabajan con el Simulador\_MRA en cualquiera de sus dos alternativas comienzan la construcción de capacidades a partir del logro de los de los objetivos relacionados con:

internalizar los contenidos teóricos y los prácticos,  
interrelacionar los temas involucradas,  
realizar análisis crítico de los resultados obtenidos,  
utilizar la simulación como una herramienta que  
permite verificar y visualizar los conceptos  
teóricos,

El estudiante al lograr los objetivos mencionados anteriormente se introducirá en el desarrollo de su pensamiento crítico ubicándose como parte activa de su propio aprendizaje. Durante el mismo es guiado por los docentes para que por sí solo obtenga las respuestas a sus interrogantes, de este modo se lo inicia también en el aprendizaje autónomo y continuo que está relacionado con la 'capacidad de aprender a aprender' que deberá aplicar a lo largo de su vida profesional.

Uno de los propósitos por el cual se ha desarrollado el Simulador\_MRA es motivar, involucrar y despertar el interés de los estudiantes desde la etapa inicial de sus conocimientos de modo que éstos se adquieran con una mayor potencialidad interna.

## Referencias

- [1] Cárdenas Puyo N., Tovar-Gálvez. J.(2010) Computadores y Red en Colombia: Posibilidad de Interacción Globalizadora en Instituciones Educativas Públicas y Desarrollo Regional. ISSS: 1133-8482 - N° 38 Julio- pp. 177 – 186. Disponible en: <http://www.sav.us.es/pixelbit/actual/14.html>
- [2] Cepeda Dovala, J. M.. 2004. "Metodología de la Enseñanza Basada en Competencias". Revista Iberoamericana de Educación. N° 34/4. ISSN: 1681-5653. Disponible en :[http://www.rieoei.org/tec\\_edu28.htm](http://www.rieoei.org/tec_edu28.htm)
- [3] Easy Java Simulations servidor Web oficial de EJS: <http://fem.um.es/Ejs>. El derecho de copia (copyright) de Easy Java Simulations es exclusivamente de su autor, Francisco Esquembre, quien lo distribuye bajo licencia GNU GPL. <http://www.um.es/fem/EjsWiki/Es/ConditionsOfUse>. El propio EJS y sus ficheros de librería JAR pueden copiarse y distribuirse sin límite y sin permiso previo.
- [4] González, E., Cernuzzi, L. (2009). Apoyando el aprendizaje de habilidades empresariales mediante la utilización de un simulador. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 5, pp. 8 - 19, Santiago de Chile. Disponible en: [http://www.tise.cl/2009/tise\\_2009/pdf/2.pdf](http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/2.pdf)
- [5] Guevara, J., Contreras, L. (2009). Laboratorio virtual para la destilación química. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 5, pp. 72 – 76, Santiago de Chile. Disponible en: [http://www.tise.cl/2009/tise\\_2009/pdf/9.pdf](http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/9.pdf)
- [6] López Ornelas, M. (2008). ¿Por qué hablar de usos educativos en las nuevas tecnologías? [Reseña del libro: Nuevas tecnologías y educación. Diseño, desarrollo, uso y evaluación de materiales didácticos]. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 10 (2). Disponible en: <http://redie.uabc.mx/contenido/vol10no2/contenido-lopezornelas.pdf> (ISSN 1607-4041 on line)
- [7] Luengas, L., Guevara, J., Sánchez, G. (2009). ¿Cómo desarrollar un Laboratorio Virtual? Metodología de Diseño, En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas e Informática Educativa, Volumen 5, pp. 165-170, Santiago de Chile. Disponible en: [http://www.tise.cl/2009/tise\\_2009/pdf/20.pdf](http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/20.pdf)
- [8] Marchisio, Lerro, Von Pamel. (2010) Empleo de un Laboratorio Remoto para promover aprendizajes significativos en la Enseñanza de los Dispositivos Electrónicos. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. ISSS: 1133-8482 - N° 38 Julio-Diciembre 2010 pp. 129 – 139. <http://www.sav.us.es/pixelbit/actual/10.html>.
- [9] Marques, P. (2002). Buenas prácticas docentes. Disponible en: <http://peremarques.pangea.org/bpracti.htm>
- [10] Pantoja Vallejo, A. (2010) Integración de las TICS en la asignatura de Tecnología de educación secundaria. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. N° 37. Julio-Diciembre, pp.225-237. ISSS: 1133-8482. Disponible en: <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n37/18.html>
- [11] Rennola Alarcón, L. (2006). Programa multimedia para la enseñanza de las operaciones unitarias: absorción y extracción líquido-líquido. Educere, Volumen 10, N° 33, pp 327-333. Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-49102006000200016&lng=es&nrn=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102006000200016&lng=es&nrn=iso). (ISSN 1316-4910 on line).
- [12] Rodríguez González, R.(2006). Diseño de entornos para el desarrollo de la autonomía en el aprendizaje. Universidad de Oviedo: Instituto de Ciencias de la Educación. (ICE). Aula Abierta. 87, pp. 89-104. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2583893>.(ISSN:0210-2773 on line)
- [13] Sánchez Asín , A.; Boix Peinado J.L., Jurado De Los Santos, P. (2009). La sociedad del conocimiento y las TICS: una inmejorable oportunidad para el cambio docente. Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación N° 34; pp:179 – 204. Disponible en: <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n34/13.html>

*Dirección de Contacto del Autor/es:*

**Ruben H. Bongianino**

Calle 110 N° 390  
Gral. Pico- La Pampa  
Argentina  
e-mail: bongianino@ing.unlpam.edu.ar  
sitio web: <http://www.ing.unlpam.edu.ar>

**Griselda I. Cistac**

Calle 110 N° 390  
Gral. Pico- La Pampa  
Argentina  
e-mail: cistacg@ing.unlpam.edu.ar

---

**Ruben H. Bongianino.** Ingeniero Electromecánico. Profesor de Física II y Electrotecnia en la Facultad de Ingeniería. UNLPam.

---

---

**Griselda I. Cistac.** Magister de la UBA en Simulación Numérica y Control. Profesor de Teoría de Control Clásico y Teoría de Control II en la Facultad de Ingeniería. UNLPam.

---