

Diseño y valoración de actividades mediadas por TIC para el aprendizaje de sistemas oscilatorios

Design and assessment of ICT-mediated activities for the learning of oscillatory systems

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Claudio Enrique¹ y Marta Yanitelli²

¹UDB Física, Departamento de Materias Básicas, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Lavaisse 610, S3004EWB Santa Fe. Argentina.

²Departamento de Física y Química, Facultad de Cs Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Pellegrini 250, S2000 Rosario, Santa Fe. Argentina.

E-mail: cenrique@frsf.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo pertenece a una tesis de doctorado donde se indaga acerca de la influencia de las TIC en el estudio de los sistemas oscilatorios en estudiantes de primer año de Ingeniería. Se proponen dos tipos de actividades: una introductoria, conformada por un sistema de adquisición de datos en tiempo real de varias magnitudes físicas para los péndulos simple y físico; y otra al final de la unidad temática, mediante la ejecución de tareas experimentales grupales con aplicaciones de JAVA sobre movimientos oscilatorios armónicos y amortiguados. En el diseño se tuvo en cuenta que el uso de las TIC no debe ser neutral - o solamente instrumental—donde los alumnos se benefician por el sólo hecho de emplearlas. Así, se incorporaron distintas dimensiones como la interactividad; los usos; la accesibilidad; y la credibilidad. Los resultados preliminares indicaron que, si bien se detectaron diferentes niveles de conceptualización, los estudiantes mostraron buena recepción y participación activa con confianza en las actividades mediadas por las TIC.

Palabras clave: TIC; Sistemas oscilatorios; Propuesta didáctica; Ingenierías.

Abstract

This work belongs to a PhD thesis where the influence of ICT in the study of oscillatory systems in first-year engineering students is investigated. Two types of activities are proposed: an introductory one, consisting of a real-time data acquisition system of several physical magnitudes for simple and physical pendulums; and another at the end of the thematic unit, through the execution of group experimental tasks with JAVA applets on harmonic and damped oscillatory movements. The design took into account that the use of ICT should not be neutral - or only instrumental - where students benefit by the mere fact of using them. Thus, different dimensions such as interactivity were incorporated; the uses; accessibility; and credibility. The preliminary results indicated that although different levels of conceptualization were detected, the students showed good reception and active participation with confidence in the activities mediated by the ICT.

Keywords: ICT; Oscillatory systems; Didactic proposal; Engineering.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo fue desarrollado en el marco de una tesis de doctorado titulada “Integración Conceptual de los Movimientos Oscilatorios Armónico y Amortiguado a través de Actividades Problemáticas Significativas Mediadas por TIC en el Nivel Universitario Básico: Diseño, Desarrollo y Evaluación”, en la que se asume que a partir del empleo de TIC los estudiantes podrían modificar las zonas de sus perfiles conceptuales (Mortimer, 2000) sobre sistemas oscilatorios, cuando encuentren diferencias entre sus saberes previos y lo que el contexto externo les muestra.

La enseñanza mediada por TIC implica no sólo el conocimiento del contenido disciplinar a través de un tipo de asociación entre contenido y didáctica (Bolívar, 2005), sino también la inclusión del conocimiento tecnológico (Bouciguez y Santos, 2010). De este modo se modifican los objetivos de uso de las TIC desde una visión clásica, donde su uso está basado en aspectos simplemente instrumentales y se

presupone la existencia preestablecida entre los medios y los fines (Burbules y Callister, 2006), hacia una donde se incorpora la comprensión de los estudiantes, a través de *procesos sistemáticos de descubrimiento, selección, organización y presentación de la información* (Lion, 2006,24).

En este sentido se considera que tanto el uso de sistemas de adquisición de datos en tiempo real como las simulaciones constituyen parte de los recursos instruccionales que deben ser cuidadosamente seleccionados, de modo que cuando los estudiantes los utilizan puedan establecer una interacción comunicativa con ellos. Tanto los medios –los recursos informáticos empleados en las actividades mediadas por TIC–, como los fines de su uso –en nuestro caso favorecer el aprendizaje de los movimientos oscilatorios– se asocian a los modos de actuar de los estudiantes. Asimismo, coexisten de manera interrelacionada uno en el otro, reinventándose y resignificándose de forma simultánea; en este hacer conviven situaciones deseadas y no deseadas, entre lo conocido y lo no conocido. Esta concepción es diferente a la de una visión puramente instrumental la cual considera que estas herramientas son objetos fijos dirigidos a un uso o una finalidad concreta; que el aprendizaje mediado por TIC es sólo cuestión de eficiencia o eficacia; que los estudiantes van a aprender más rápido y mejor y, en consecuencia, se puede evaluar el cambio a través de un simple análisis de costos–beneficios.

Desde esta perspectiva, en el presente trabajo se desarrolla una propuesta de actividades mediadas por TIC con la intención de favorecer la construcción y resignificación de los conocimientos asociados a los movimientos oscilatorios armónico simple (MAS) y amortiguado (MOA). Las acciones promovidas en los estudiantes por el uso de un sistema de adquisición de datos en tiempo real y de simulaciones con laboratorios virtuales de aprendizaje (LVA) se constituyen en los ejes centrales de esta propuesta.

II. REFERENTES TEÓRICOS

Según la teoría del Aprendizaje Significativo, una de las condiciones para que este se produzca es que el material a ser aprendido debe ser relacionable, de manera sustantiva y no literal, a la estructura cognitiva de quien aprende (Ausubel, 1978). En este sentido los recursos tecnológicos adquieren un rol importante ya que incorporan a la enseñanza materiales digitales que pueden transformar el material a aprender en potencialmente significativo. Asimismo, pueden contribuir a generar ambientes de aprendizaje que lleven al estudiante de su nivel actual de conocimiento a otro potencial más elevado constituyendo verdaderas zonas de desarrollo próximo (ZDP) (Vygotsky, 1988). Moll (1993) menciona tres características para crear ZDP: 1) se debe establecer cierto nivel de dificultad, que debe ser desafiante para el sujeto, pero al ser de nivel próximo no debería ser demasiado complejo; 2) se debe proporcionar una práctica guiada con objetivos y resultados evidentes; 3) los resultados deben ser evaluados de manera tal que los estudiantes se desempeñen de manera independiente.

Por otra parte, los efectos cognitivos asociados a las TIC tienen que ver con una reestructuración de la actividad de las personas al hacer uso de medios informáticos (Salomon y otros, 1992). Pea (1993) indica que las herramientas informáticas no solo sirven como amplificadores de la cognición, sino también como reorganizadores de los procesos mentales; es decir, se presenta un cambio estructural en las maneras de pensar y de aprender (Azinian, 2009). Esto lleva a proponer que los usos de la tecnología dependen de las posibilidades y restricciones que esta pueda ofrecer (Lajoie y Azevedo, 2006). Así, se presenta una herramienta *no neutral*, debido a que tiene ventajas y limitaciones; y que lo esencial es saber cómo, quién y con qué fines se la usa (Burbules y Callister, 2006,13).

Por ello, resulta relevante conocer cuáles son las dimensiones asociadas a sus usos. Una de ellas es la *interactividad*, entendida como la articulación de las actuaciones tanto del profesor como de los estudiantes con la herramienta informática, alrededor de una actividad o un contenido determinado (Colomina y otros, 2001). Según Minguell (2002), un elevado nivel de intervención-decisión otorgado al usuario, la existencia de un amplio abanico de opciones de acceso a la información, una gran sencillez en el modo de comunicarse con la herramienta informática y una importante rapidez en la realización de los procesos a nivel técnico, aumentan la interactividad. No obstante, ello, y retomando el concepto de la *no neutralidad*, puede darse el caso de que se presente una

diferencia entre lo que el entorno permite y la manera en que los participantes lo utilizan efectivamente es crucial...para comprender la mayor o menor efectividad de los contextos, entornos o situaciones de enseñanza y aprendizaje mediado por TIC. (Coll y otros, 2008,55)

Finalmente, las otras dos dimensiones relacionadas con el uso de los medios informáticos hacen referencia al *acceso*–condiciones y criterios– y la *credibilidad*. Las condiciones de acceso corresponden a las características que permiten o impiden participar en su uso; en tanto los criterios de acceso están asociados a características personales que deberían disponer los usuarios para lograr un acceso real. La credibilidad está vinculada con las concepciones que tienen los estudiantes sobre estos medios y que definirán

cuáles serán las operaciones que hagan con ellos.

III. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE ACTIVIDADES MEDIADAS POR TIC

En esta propuesta se incluye un conjunto de actividades relacionadas con sistemas oscilatorios. Interesa que el estudiante logre comprender las características relevantes de los movimientos MAS y MOA en forma gradual, en un contexto interactivo. Asimismo, se espera lograr su participación activa, tanto en el trabajo individual como grupal, en los entornos de aprendizaje planteados en las distintas actividades.

A. Contexto curricular

La propuesta se desarrolló en el marco de la asignatura Física I que corresponde al primer año del plan de estudio, vigente desde el año 2004, de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe. La asignatura, de régimen anual, tiene una carga horaria de 5 horas semanales. Los contenidos abordados en la propuesta de actividades mediadas por TIC corresponden a la Unidad Temática N° 10 Movimiento oscilatorio. El cronograma de la asignatura prevé 4 semanas para el desarrollo de la Unidad, cuyos contenidos teóricos son: Cinemática del movimiento armónico simple. Dinámica del movimiento armónico simple. Energía del oscilador armónico. Ejemplos: péndulo de resorte, péndulo simple, péndulo físico, péndulo de torsión. Composición de movimientos armónicos simples. Movimiento armónico amortiguado.

En particular, la propuesta de actividades diseñadas con uso de sistemas de adquisición de datos en tiempo real está pensada como instancia de introducción a la Unidad Temática en la que se prioriza el análisis cualitativo y se trabaja a partir de los conocimientos previos detectados en la administración de un pretest (Enrique y otros, 2018a; 2018b; 2018c). Por otra parte, las actividades planteadas con uso de simulaciones mediante LVA están ideadas como instancia de aplicación de los contenidos de la Unidad Temática luego de su desarrollo teórico, de la resolución de problemas de lápiz y papel y de un trabajo de laboratorio sobre cálculo de la aceleración de la gravedad utilizando un péndulo simple.

B. Actividades

B.1. Mediadas por un sistema de adquisición de datos en tiempo real

Estas actividades, tal como se citó anteriormente, se desarrollaron previamente al inicio del estudio de los movimientos oscilatorios. El objetivo fue efectuar, a partir de las ideas previas de los estudiantes, evidenciadas por la administración de un pretest, un análisis cualitativo asociado a las características cinemáticas, dinámicas y de energía de sistemas físicos que describen un movimiento oscilatorio, priorizando los aspectos conceptuales sin necesidad de manipular ecuaciones complejas a las que generalmente les resulta difícil asignarles significado.

Para ello se propuso el estudio del movimiento de dos péndulos-simple y físico- a través del análisis de gráficas de datos experimentales obtenidos en tiempo real, capturadas en una “pantalla”. En particular, para el caso del péndulo simple se trabajó con un sensor de fuerza que permitió la visualización la gráfica de la fuerza restauradora vs tiempo, y en el caso del péndulo físico a través de un sensor de rotación se obtuvieron las gráficas de la posición, la velocidad y la aceleración (todas angulares) vs. tiempo.

Antes de iniciar el estudio del movimiento de un péndulo simple se consideró fundamental reflexionar que al indicar *péndulo simple* se está haciendo referencia a un modelo físico; reconocer cuáles son las propiedades relevantes que lo caracterizan; y analizar si es posible reproducirlo experimentalmente. Además, se trabajaron aspectos básicos relacionados con la construcción, tratamiento e interpretación de las representaciones gráficas; en particular, el proceso de ajuste de los datos experimentales, que demanda establecer una dependencia funcional entre las variables representadas en la “pantalla”. Esto permitió que los estudiantes, bajo la orientación del docente, discutieran y tomaran una decisión acerca del tipo de modelo matemático asociado a la curva que mejor ajustó los puntos representados, sin recurrir a una formulación matemática tal como se suele hacer en una clase tradicional.

A partir de la gráfica de la fuerza restauradora en función del tiempo, se pudieron desarrollar los siguientes aspectos conceptuales asociados al movimiento del péndulo simple:

-Cuando el tiempo de la corrida es breve, figura 1, la fuerza neta se repite a intervalos de tiempos iguales y, por lo tanto, se evidencia una periodicidad de dicha fuerza.

-La fuerza restauradora de una partícula en un movimiento periódico pueden expresarse siempre en términos de senos y cosenos, propio del ajuste a una función periódica tal como se observa en la figura 1,

donde en color azul se representan los valores hallados experimentalmente, mientras que en naranja son los provenientes del ajuste sinusoidal. Es decir, los estudiantes pueden evidenciar la “repetición” de valores instantáneos de manera periódica y distinguir valores máximos y mínimos.

-El movimiento periódico es característico de un Movimiento Armónico Simple (MAS).

-Una partícula realiza un MAS cuando los límites de su oscilación están igualmente espaciados a uno y otro lado de su posición de equilibrio. Siempre que no haya rozamiento, este movimiento continúa indefinidamente.

-La segunda ley de Newton permite relacionar la componente tangencial de la fuerza Peso, que es la fuerza restauradora que actúa sobre la masa (constante) y la hace tender a recobrar su posición de equilibrio, y que está relacionada con la aceleración tangencial.

- Si la aceleración tangencial es periódica, también lo son la velocidad tangencial y el desplazamiento.

-La energía mecánica de un oscilador que describe un MAS es constante. Es decir que en un MAS, en el cual no están presentes fuerzas *disipativas*, la energía mecánica se conserva. Se puede analizar que como el sistema se mueve entre dos posiciones extremas donde instantáneamente la velocidad es nula, la energía cinética también lo es. Por otra parte, como la energía mecánica es constante, en estas posiciones extremas la energía potencial es máxima. Además, si se toma la energía potencial igual a cero en la posición más baja de la trayectoria (posición de equilibrio), toda la energía presente en dicha posición es cinética. Se puede deducir entonces que la velocidad de la masa es máxima cuando pasa por la posición de equilibrio.

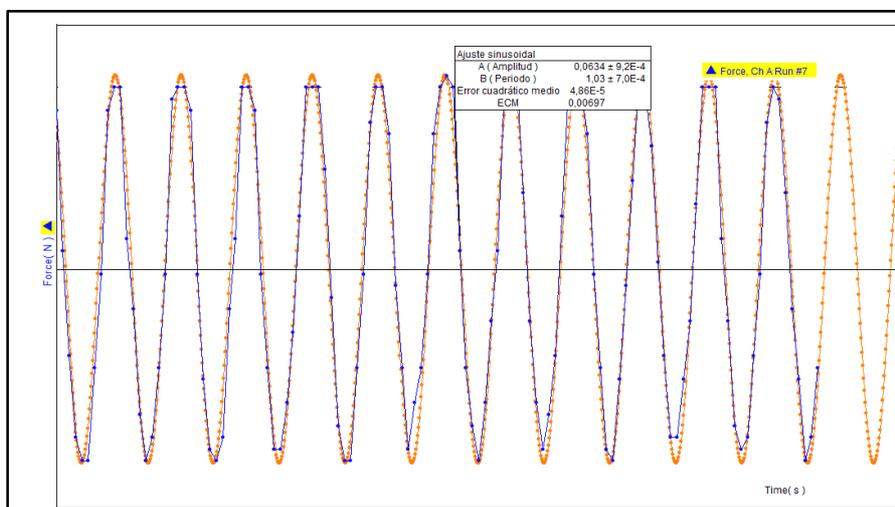


FIGURA 1. Fuerza restauradora (N) en función del tiempo (s) de un péndulo simple que realiza un MAS.

- Un péndulo *real* puesto a oscilar se detiene al cabo de un cierto tiempo, describiendo un Movimiento Oscilatorio Amortiguado (MOA). Cabe aclarar que esto se visualiza fácilmente al aumentar el tiempo de corrida de la medición. Para representar un MOA se escogió un péndulo físico, y donde se indicó que, si bien todo sistema real que describe un MO generalmente es amortiguado, a tiempos breves este resulta ser armónico, tal como se observa en la figura 2 para la aceleración angular.

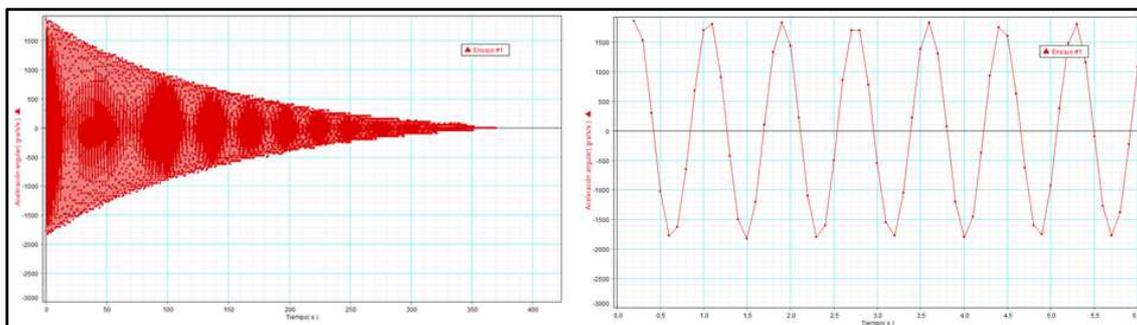


FIGURA 2. Aceleración angular (rad/s^2) en función del tiempo (s) para una oscilación amortiguada -para tiempos largos- (izquierda), y para una armónica -para tiempos cortos- (derecha).

Luego de presentar las características básicas de un péndulo físico y llevar a cabo la toma de datos de la posición, la velocidad y la aceleración (todas angulares) en función del tiempo, en esta actividad se efectuó un análisis general acerca de la cinemática y de la energía en un MOA, reconociendo que si existen trabajos de fuerzas de tipo *disipativas* como la fuerza de rozamiento, entonces la energía mecánica ya no es constante, por lo que el MOA se caracteriza por tener una disminución, tanto de las variables cinemáticas como de la energía mecánica total en función del tiempo.

En síntesis, las actividades propuestas permitieron trabajar el concepto de periodicidad ampliamente utilizado en la enseñanza de la Física y que sin embargo no llega a ser comprendido por los estudiantes en su totalidad (Cordero Osorio y Martínez Capistrán, 2002); comenzar a construir las bases del modelo matemático correspondiente al MAS; cuestionar las concepciones previas detectadas en la administración del pretest que hacían referencia a un comportamiento no periódico del sistema; introducir a los estudiantes en la conceptualización de los movimientos oscilatorios sin apelar a ecuaciones diferenciales de segundo orden, y efectuar un análisis de la cinemática, la dinámica, y la energía de los sistemas estudiados. El tiempo estimado para su desarrollo fue entre 50 y 60 minutos.

B.2. Con laboratorios virtuales de aprendizaje

A fin de resignificar los contenidos desarrollados sobre movimientos oscilatorios se diseñaron tres actividades, utilizando programas sencillos (*applets*) construidos en JAVA y de acceso público en internet. Para su selección se recurrió a las categorías de análisis propuestas por Bouciguez y Santos (2007) que permiten valorar las características disciplinares y tecnológicas de las aplicaciones. Se tuvo en cuenta, además, la confiabilidad y la validez de las fuentes de dichos programas. Las aplicaciones elegidas, presentadas en la figura 3, fueron las siguientes: *springpendulum_es*; *pendulum_es*; *Spring-MassSHM*; y *Damped Oscillations*. Los dos primeros están disponibles en el sitio web: <https://www.walterfendt.de/html5/phes/>; mientras que los dos últimos, en la página: <https://ngsir.netfirms.com/>.

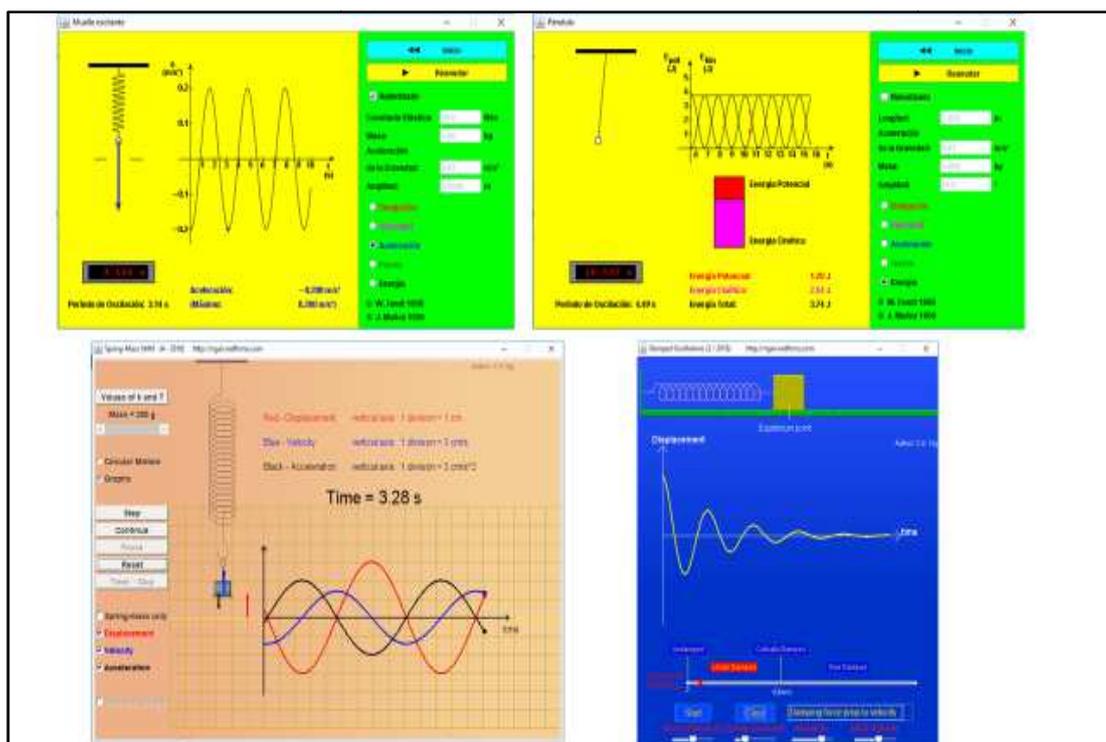


FIGURA 3. Captura de pantallas de las aplicaciones en JAVA: péndulos simples y de resorte para el estudio del MAS (arriba y abajo izquierda) y del MOA (abajo derecha).

En la primera actividad con los simuladores *springpendulum_es* y *pendulum_es* se propuso la realización de un análisis integral del movimiento de los péndulos simple y de resorte, y la meta fue que los estudiantes logren resignificar sus saberes asociados al MAS a partir del análisis –en función del tiempo– tanto de las variables cinemáticas y de la fuerza restauradora, así como también de las energías potencial, cinética y mecánica. En las tareas se aprovecharon las características similares de diseño gráfico entre las dos aplicaciones –forma; color; magnitudes físicas analizadas–, lo que permitió a los estudiantes relacionar ambos péndulos de manera fácilmente perceptible.

En la segunda actividad –con *Spring–MassSHM*– se planteó el análisis cinemático integral de un péndulo de resorte. A diferencia de la actividad anterior en la que se puede analizar la evolución temporal de la posición, la velocidad y la aceleración de a una por vez en la pantalla, en la aplicación utilizada en esta actividad la evolución temporal de las tres magnitudes físicas se presenta en la misma pantalla. Este *software* también brinda la posibilidad de comparar un sistema oscilatorio con un movimiento circular uniforme.

Finalmente, en la tercera actividad, con *DampedOscillations*, el objetivo fue que los estudiantes investiguen sobre las diferencias entre oscilaciones armónicas simples y amortiguadas en términos de los conceptos de periodicidad y de amplitud; de las representaciones gráficas de la posición en función del tiempo; y de un análisis de carácter energético. Por otro lado, es deseable que puedan interpretar, si bien de manera inicial, dado que no cuentan con los conocimientos matemáticos para realizar un análisis detallado de dicho comportamiento, cuándo un péndulo se encuentra críticamente amortiguado o sobreamortiguado, dado que la presencia de una fuerza de fricción puede no necesariamente provocar un movimiento oscilatorio.

Para el desarrollo de los LVA se elaboró una guía que contiene una breve introducción sobre las características de la interfaz gráfica de usuario, en la que se describen los componentes relacionados con la visualización en la “pantalla” y con el control de acciones tales como comenzar la ejecución de la simulación, detener la ejecución en un instante deseado, reanudar la ejecución, entre otros. La finalidad de las consignas propuestas en la guía es que los estudiantes logren:

- Diferenciar conceptos básicos tales como período, frecuencia, amplitud, frecuencia angular, elongación o posición de la partícula referida al origen el que se toma coincidente con la posición de equilibrio;
- Identificar las magnitudes físicas que influyen en el período de un péndulo que describe un MAS;
- Inferir que las magnitudes físicas asociadas a la cinemática y a la dinámica del MAS son periódicas; y que tanto el período de oscilación como la energía mecánica permanecen constantes;
- Deducir que, cuando el sistema pasa por la posición de equilibrio, la velocidad tangencial es máxima y la aceleración tangencial es nula; por lo tanto, la componente de la fuerza resultante en dicha dirección también es nula. Nótese que esta conceptualización no fue observada en las respuestas del pretest, dado que la mayoría de los estudiantes, cuando plantearon la segunda ley de Newton en la posición de equilibrio del péndulo simple, consideraron que la fuerza resultante en la dirección radial es igual a cero;
- Vincular el MAS con el movimiento circular uniforme;
- Concluir que, si bien la energía mecánica es constante, depende de las condiciones iniciales;
- Deducir que, debido a la periodicidad, la igualdad de ambas formas de energías –cinética y potencial– no se presenta en la mitad entre una de las posiciones extremas y la de equilibrio, característica de una presunción basada en un comportamiento lineal;
- Reconocer que un MOA se caracteriza por la disminución de la amplitud, por la disipación de energía, debido a la presencia de algún tipo de rozamiento, y por el aumento del período de las oscilaciones debido al rozamiento.

Cabe aclarar que las actividades con LVA se plantearon para ser desarrolladas en tiempo extra clase y en grupos, con el objeto de favorecer un aprendizaje colaborativo. Se previeron horarios de consulta, en los cuales los docentes pueden aclarar dudas o dificultades. A través del campus virtual de la facultad los estudiantes accedieron al material didáctico seleccionado por parte del profesor(guía y aplicaciones), y dispusieron de 15 días para la entrega de un informe -grupal- en el que se les solicitaron describir los objetivos, la metodología, los resultados y conclusiones de los experimentos realizados.

IV. ALGUNOS RESULTADOS PRELIMINARES OBTENIDOS

A modo de valoración cualitativa, a continuación, se describen algunos resultados preliminares obtenidos a partir de la aplicación de la propuesta de actividades mediadas por TIC.

Las experiencias con empleo de sistemas de adquisición de datos en tiempo real, cuya función principal fue introducir a los estudiantes en el estudio del comportamiento de los movimientos oscilatorios de una manera distinta a la tradicional, visualizando en una pantalla las gráficas de distintas magnitudes físicas –fuerza y posición, velocidad y aceleración angulares– en función del tiempo, fueron bien recibidas por parte de los mismos. Esto se puso de manifiesto a través del intercambio que se generó en torno al concepto de periodicidad, y que derivó en el desarrollo de ciertas nociones como la repetición regular, las funciones que la representan se expresan en términos de senos y cosenos, el análisis global de las gráficas, y la conservación de la energía; como caso particular de un sistema que presenta ciertas *restricciones* de un comportamiento real. También se constituyó en objeto de análisis y debate la posición de los ejes co-

ordenados en las gráficas obtenidas. En general, las actividades propuestas animaron a los estudiantes a hacer preguntas y elaborar conclusiones. Por otra parte, algunas de las respuestas quedaron abiertas, actuando como disparadoras para el desarrollo de los contenidos de la unidad temática.

En relación con las tareas mediadas por los LVA, cabe aclarar que el análisis detallado y minucioso de la aplicación de los conceptos evidenciados con su uso se encuentra en etapa de procesamiento. No obstante, ello, se observó una participación activa por parte de los grupos de estudiantes. Da cuenta de ello, la utilización efectiva de las posibilidades que brindaron los aplicaciones seleccionados en relación con la manipulación de parámetros; la realización de cálculos; la construcción de gráficas en función el tiempo tanto de variables cinemáticas y dinámicas como de las energías potencial, cinética y mecánica; la determinación de valores instantáneos; la relación entre posición, velocidad y aceleración en el análisis cinemático de un péndulo de resorte y la evaluación de la disminución de la amplitud en función del tiempo en el estudio del MOA de un péndulo de resorte. Particularmente, algunos de los resultados preliminares hallados son los siguientes: la mayoría logró identificar la periodicidad; la dependencia del periodo de oscilación con las magnitudes físicas adecuadas para los dos péndulos; la velocidad tangencial es máxima cuando el sistema pasa por la posición de equilibrio; la conservación de la energía mecánica en el MAS; y la identificación de los movimientos críticamente amortiguado y sobreamortiguado.

También se percibió que los grupos actuaban con confianza y decisión frente a las tareas propuestas, aspecto asociado al desarrollo de procesos metacognitivos.

Para finalizar, debe destacarse que se observó que el diseño y el desarrollo de una intervención didáctica mediada por TIC no implicó necesariamente que todos los estudiantes hayan alcanzado el mismo nivel de conceptualización sobre los sistemas oscilatorios.

V. CONCLUSIONES

El uso de actividades mediadas por TIC permitió que los estudiantes puedan realizar un análisis de carácter más conceptual de los sistemas oscilatorios, dado que no existe una especie de “sobrecarga de Matemática” como en las tradicionales clases expositivas cuando se emplean ecuaciones diferenciales tales como las que definen el comportamiento del MAS y del MOA, lo cual origina una sensación de “saberes incompletos”, y genera inseguridad en su formación académica.

Como estas herramientas no son neutrales, es fundamental trabajar en el diseño de las tareas a realizar con ellas. Uno de los aspectos decisivos a tener en cuenta es detectar cuáles son los conocimientos que trae el estudiante, dado que sus ideas previas suelen influir en sus formas de pensar. Otras dimensiones a tener en cuenta en esta *no neutralidad* son la interactividad tanto tecnológica como pedagógica; los usos previstos y efectivos; junto a su acceso y su credibilidad.

La meta de esta propuesta educativa es que estos estudiantes evolucionen en sus zonas de Perfil Conceptual hacia niveles superiores. Si bien la evaluación de esta propuesta educativa se encuentra aún en proceso, los resultados preliminares indicaron que hubo avances significativos en algunas situaciones. Ello evidencia que, si bien el suministro de los programas y las guías han sido equitativos para el grupo indagado, los criterios y las condiciones de acceso junto a la credibilidad de los LVA no ha sido igual para todos los estudiantes, tal vez como consecuencia de no que han logrado aún modificar sus concepciones previas hacia las científicamente aceptadas.

Nuestra intención es continuar y profundizar el análisis de esta intervención, en busca de mayores evidencias sobre los resultados aquí mencionados, así como también posibles ampliaciones de los mismos.

REFERENCIAS

Ausubel, D. (1978). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

Azinián, H. (2009). *Las Tecnologías de la Información y la comunicación en las prácticas pedagógicas*. Buenos Aires. Novedades Educativas.

Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2),1-39.

Bouciguez, M. J., y Santos, G. (2010). Aplicaciones en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 7(1),56-74.

Burbules, N. y Callister, T. (2006). *Educación: Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la informa-*

ción. Barcelona: Granica.

Coll, C., Mauri, T., y Onrubia, J. (2008). El análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por las TIC: una perspectiva constructivista. En *Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC: Pautas e instrumentos de análisis*, Barcelona: Graó.

Colomina, R., Mayordomo, R., y Onrubia, J. (2001). El análisis de la actividad discursiva en la interacción educativa. Algunas opciones teóricas y metodológicas. *Infancia y aprendizaje*, 24(1),67-80.

Cordero Osorio, F. y Martínez Capistrán, E. (2002). El comportamiento periódico de una función como un argumento contextual. La manifestación del movimiento fuera del instante. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 15(1),55-60.

Enrique, C.; Yanitelli, M., y Giorgi, S. (2018a). Dinámica de sistemas oscilantes: concepciones en estudiantes de ingeniería. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30,63-72.

Enrique, C.; Yanitelli, M., y Giorgi, S. (2018b). Concepciones sobre la dinámica de los sistemas oscilatorios en estudiantes de Ingeniería. *II Workshop de Investigación en Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales (II WIDIC)*; 4-6 de julio, Santa Fe, Argentina.

Enrique, C.; Yanitelli, M., y Giorgi, S. (2018c). Resultados de un Pretest sobre movimiento oscilatorio destinado a estudiantes de Ingeniería. *VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas 2018 (IPECyT 2018)*; 16-18 de mayo; Olavarría (Argentina).

Lajoie, S. y Azevedo, R. (2006). Teaching and learning in technology-rich environments. En P. A. Alexander y P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Lion, C. (2006). *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnologías y conocimiento*. Buenos Aires: Ediciones La Crujía.

Minguell, M. E. (2002). Interactividad e Interacción. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 1(1),23-32.

Moll, L. (1993). *Vygotsky y la educación*. Buenos Aires: Aique.

Mortimer, E. (2000). *Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las Ciencias*. Madrid: A. Machado Libros.

Pea, R. D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. En G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Salomón, G., Perkins, D.N. y Globerson, T. (1992). Coparticipando en el conocimiento: la ampliación de la inteligencia humana con las tecnologías inteligentes. *Comunicación, lenguaje y educación*, 13,6-22.

Vygotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Crítica.