

## Experiencia de utilización de TICs en la articulación de contenidos de Física y Matemática para 1<sup>er</sup> año de Ingeniería.

**Autores:** *Monica Giuliano<sup>1</sup> – Santorsola María Victoria*

Dto. de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas. Universidad Nacional de La Matanza  
Universidad Nacional de la Matanza. Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas.  
Florencio Varela 1903. San Justo. Buenos Aires. Argentina. Tel/Fax: 4480-8952  
E-mail: [mgulio@unlam.edu.ar](mailto:mgulio@unlam.edu.ar)

### Resumen:

En el contexto de la educación actual basada en los aprendizajes significativos y, la utilización cada vez más masiva de las Nuevas Tecnologías de la Información y la comunicación (NTIC) es que se exige con mayor rigor su adaptación a las diversas disciplinas.

Se trata de la implementación de una propuesta didáctica que, basada en el Movimiento Oscilatorio Armónico, integra diferentes herramientas TICs para modelar, describir, simular, resolver numéricamente y representar un fenómeno físico utilizando dos modelos matemáticos diferentes.

En este trabajo se presenta la propuesta y se hace un análisis de opciones para su implementación en Física I de la carrera de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Matanza.

**Palabras Claves:** TICs- Enseñanza – Movimiento oscilatorio Armónico – *applets* – Planilla de cálculo – Articulación de contenidos – Física – Cálculo .

---

<sup>1</sup> Agradecemos las sugerencias de algunos docentes de la asignatura Física I y del Jefe de Área.

## INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se ve transformada por el impacto de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, al punto de modificarnos en nuestras costumbres. Hoy día, el uso de la computadora trasciende el entorno laboral y cada vez más, se masifica su utilización en el ámbito educativo, permitiendo disponer de información relevante y útil, donde se puede aprovechar la construcción de nuevos conocimientos bajo un ambiente tecnológico moderno, sin distinción de credo, raza y edad.

Podemos definir las tecnologías de la información como “...un conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), soportes de la información y canales de comunicación relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizados de la información...” González (1996)

De acuerdo a ello, las tecnologías de información y comunicación son un conjunto de recursos compuestas por equipos y programas que permiten procesar la información, para transformarla, guardarla y enviarla con una mayor rapidez y efectividad.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) aplicadas al ámbito de la educación han supuesto una auténtica revolución en la manera de concebir el proceso de enseñanza-aprendizaje. No obstante, para que la formación a distancia reúna los requisitos de calidad que de ella cabe esperar, es necesario aplicar técnicas didácticas y comunicativas distintas a las tradicionales estrategias de la enseñanza presencial, pero también diferentes de la vieja enseñanza a distancia, cada vez más en desuso.

El aprendizaje en la modalidad a distancia es una fuerza que contribuye claramente al desarrollo social y económico que se ha ido convirtiendo en una parte indispensable de la educación, y ha ido ganando aceptación dentro de los sistemas educativos tradicionales, tanto en los países desarrollados como en desarrollo, pero particularmente en estos últimos. Este auge se ha visto estimulado, en parte, por el creciente interés de educadores y tutores en las nuevas tecnologías vinculadas a Internet y otras plataformas multimedia, y en parte debido al creciente consenso sobre la necesidad de apoyar las formas tradicionales de educación, valiéndose de medios más innovadores, para garantizar el derecho fundamental de todos los individuos a la educación.

Aparentemente, esta adecuación a las demandas estaría respondiendo a los reclamos de respeto a las diferencias, a las identidades y a las opciones individuales. Sin embargo, algunas investigaciones de estos temas han alertado acerca de los riesgos antidemocráticos de esta dinámica cultural basada exclusivamente en la demanda de los usuarios. Según este planteo, para formular una demanda es necesario dominar los códigos de acceso al mundo.

Todo este análisis permite apreciar que es necesario colocar las estrategias de incorporación de las TICs en la educación en el marco de una política educativa sistémica dirigida a reducir las desigualdades y a romper el determinismo social de los resultados de aprendizaje. Esa misión no nace naturalmente de las TICs. Proviene de fuera de ellas. Ellas pueden ser utilizadas en ese sentido, pero también pueden serlo en el sentido contrario o en sentidos diferentes.

Para que las TICs se integren efectivamente en un proyecto destinado a reducir las desigualdades será preciso que formen parte de un modelo pedagógico en el cual los componentes que han sido identificados como cruciales para romper el determinismo social sean asumidos por los procesos que impulsan las tecnologías. Esto tiene que ver, obviamente, con los contenidos pero también con los métodos. En este sentido, no es banal ni reiterativo insistir en que la prioridad debe ser puesta en los docentes.

La pertinencia en la modalidad presencial es sin duda alguna un ingrediente que puede ser muy bien aprovechado por los docentes para crear ambientes educativos más activos y como un mejor apoyo a sus clases presenciales, ya que pueden tener los materiales y contenidos en la red y solicitar a sus

alumnos los analicen antes de llegar a la clase presencial, con lo cual entraría mejorando la interacción con el medio, además de sugerirles páginas web y ejercicios que difícilmente podrían consultar en el salón de clases.

## **Descripción:**

Física I es una asignatura de formación básica cuyo objetivo general es proporcionar conocimientos elementales de Mecánica Clásica, con un adecuado enfoque hacia temas de ingeniería, que requieren la utilización de modelos matemáticos. Los conocimientos matemáticos contribuyen a la formación lógico - deductiva del estudiante, al proporcionar una herramienta heurística y un lenguaje que permite modelar los fenómenos físicos, incluyendo expresiones cuantitativas y el desarrollo de habilidades que permiten la resolución de problemas.

Con tal criterio, se parte de conocimientos previos sobre ecuaciones horarias de los movimientos rectilíneos proporcionados en el *Curso de Admisión* y de cálculo diferencial de la asignatura *Cálculo I*, que articulan con *Física I*, entre otros contenidos, en el estudio del movimiento oscilatorio. Se trata de enfatizar conceptos y principios antes que los aspectos operativos. Desde el contexto de *Física I* el análisis del movimiento oscilatorio armónico (MOA) es aplicable a muchos otros fenómenos entre ellos el comportamiento de circuitos eléctricos con capacitancia, inductancia y resistencia, donde se usa el mismo tipo de ecuaciones, o en el intercambio de energías eléctrica y magnética con disipación de energía que es análogo al intercambio de energías cinética y potencial en el MOA, temas tratados en *Física II*. Desde el punto de vista del perfil del egresado es importante también dar significado a la modelización en ciencia y tecnología desde los primeros años de carrera. Con esta perspectiva se propone, como cierre del trabajo práctico, el análisis del modelo físico -matemático utilizado y de las aplicaciones tecnológicas del mismo. Además se propone un análisis epistemológico que implica articulación con algunos contenidos de la asignatura *Tecnología, Ingeniería y Sociedad*. La actividad está pensada especialmente para los alumnos de Ingeniería Electrónica, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Informática, donde las aplicaciones del modelo estudiado son más comunes.

De acuerdo al modelo de enseñanza-aprendizaje de Ausubel se puede afirmar que de las asignaturas anteriormente mencionadas presentan la diferenciación progresiva de conceptos, pero consideramos que este trabajo es un aporte en cuanto a la reconciliación integradora de los mismos que hasta ahora quedaba en manos de los alumnos.

Considerando que los alumnos en primer año presentan diferentes formaciones previas, según la escuela donde hallan concurrido y además por las individualidades propias de los sujetos, se hace necesario brindar a los alumnos opciones alternativas que permitan la integración de contenidos y la interpretación y análisis de modelos físico – matemáticos. Por la experiencia en el aula y los resultados de la implementación de las actividades aquí presentadas en un grupo piloto en un curso de Física I de la carrera de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Matanza, se puede concluir que para muchos alumnos resulta útil la propuesta, además de motivadora.

La experiencia piloto se inició con un grupo de alumnos de 1er año que cursó Física I durante el año 2004 y suma a lo antedicho la incorporación de las nuevas tecnologías como complementos de las clases tradicionales. La perspectiva docente incluye profundizar la investigación pedagógica para lograr una transposición didáctica a otros grupos, sumar la participación de docentes de diferentes áreas y adaptar la propuesta para ser desarrollada en modalidad a distancia.

Se propone la innovación de la enseñanza utilizando como soporte tecnológico primero un simulador (applets disponible en Internet en forma gratuita), para analizar problemas en el marco del modelo de movimiento oscilatorio armónico (MOA) desde el punto de vista de dos modelos físico - matemáticos: ecuaciones horarias y transferencia de energía. Se proponen en principio

actividades pautadas que orientan a los alumnos en la definición de parámetros de un movimiento ejemplo en particular, la definición de las ecuaciones horarias y el posterior análisis funcional de integrando conceptos de Cálculo I aplicado al análisis de funciones trigonométricas y utilizando el Soft Microsoft Excel(R). Finalmente se requiere un análisis epistemológico de los modelos utilizados y la presentación de un informe escrito sobre el conjunto de actividades propuestas.

En Física ya existen experiencias en línea para la enseñanza. En este sentido podemos mencionar el curso de Angel Franco García. Se trata de un curso general que trata desde conceptos simples como el movimiento rectilíneo hasta otros más complejos como las bandas de energía de los sólidos. La interactividad se logra mediante los 490 applets insertados en sus páginas webs que son simulaciones de sistemas físicos, prácticas de laboratorio, experiencias de gran relevancia histórica, problemas interactivos, problemas-juego, etc. Una parte de las páginas web del Curso Interactivo de Física están basadas en la experiencia del propio autor, como profesor de Física de primer curso Universitario y como creador de programas interactivos para la enseñanza de la Física desde el año 1984. Otra parte importante, tiene su inspiración en artículos publicados en las revistas científicas: American Journal of Physics, European Journal of Physics, Physics Teacher, Physics Education, Revista Española de Física, etc.

### **Primera Experiencia con Alumnos:**

Se realizó una experiencia piloto con alumnos de un curso con el fin de probar la interpretación de las actividades propuesta y hacer los ajustes correspondientes.

El tema de Oscilaciones se presenta desde las clases teóricas a partir de las Ecuaciones de Newton, la ecuación diferencial resultante y una posible solución de la misma. Luego los alumnos realizan un trabajo experimental de laboratorio donde miden la constante elástica de un resorte, colgado verticalmente, utilizando un método estático (a partir de la ley de Hooke) y otro método dinámico (a partir del período de oscilación). Las actividades que se proponen son complementarias y se prevé prepararlas en modalidad a distancia.

La articulación de contenidos entonces se propone desde actividades complementarias que incluye el uso de simuladores de Internet (applets) y el análisis funcional a partir de la graficación con planilla de cálculo. El objetivo de la propuesta es que los alumnos analicen un modelo físico – matemático con sus potencialidades y limitaciones.

Las primeras actividades se presentan pautadas y dirigidas a orientar a los alumnos en el análisis de un modelo físico - matemático sencillo y además en el uso de las TICs involucradas, teniendo en cuenta que muchos alumnos no cuentan con los conocimientos previos necesarios. Además se ofrece un anexo que detalla el uso de planilla de cálculo para la graficación de funciones trigonométricas y sus derivadas, ejemplificando con Microsoft Excel(R). Cada una de las actividades es una propuesta de análisis e incluye el objetivo de la misma explícitamente.

El producto de la actividad es un informe escrito que se evaluó desde la adecuación de la presentación, la pertinencia conceptual de los contenidos de física y la explicación de la integración transversal en cuanto al lenguaje utilizado y el análisis que correspondiera en cada ítem. Además se evaluó la utilización correcta de las TICs involucradas.

### **Material preparado para los alumnos:**

El objetivo de la primera actividad es utilizar un movimiento armónicos simples disponible en Internet, explorar el sitio, realizar las actividades que propone y finalmente identificar algunas características fundamentales del movimiento (amplitud y frecuencia).

En la segunda actividad se busca la descripción cualitativa del fenómeno físico, oscilación de un resorte, que identifique las características fundamentales del movimiento (amplitud, frecuencia, período, posiciones, etc.), diferenciar variables de parámetros

En la tercera actividad se solicita modelizar en Microsoft Excel(R) (Ver anexo) la ecuación horaria del movimiento (posición en función del tiempo) considerando que el cuerpo describe un movimiento oscilatorio armónico. El objetivo es representar un modelo matemático con sentido físico significando los parámetros y variables articulando contenidos de matemática y de física. Esta actividad se completa con la cuarta cuyo objetivo es identificar variaciones en el gráfico de la función armónica, según las variaciones en los parámetros y comparar con lo visto en el simulador (actividad 1).

La quinta actividad requiere de un análisis funcional de la ecuación horaria como función armónica, integrando conceptos desarrollados en Cálculo I sobre cálculo diferencial y relacionarlos con los conceptos físicos ya vistos desde el curso de admisión. La sexta actividad profundiza el análisis funcional comparativo del gráfico de la función armónica y su derivada desde el punto de vista matemático y físico; la derivada se solicita realizar con la Planilla de cálculo usando cocientes incrementales. La séptima actividad propone analizar la derivada segunda de la ecuación horaria desde el punto de vista físico y matemático, el objetivo final es reconocer que las tres ecuaciones horarias,  $X(t)$ ,  $V(t)$  y  $a(t)$ , se resumen en una función  $X(t)$  y sus derivadas.

La octava actividad tiene como objetivo analizar críticamente la relación modelo - realidad e identificar las potencialidades y limitaciones de los modelos a pesar de ser, inevitablemente, aproximaciones. Además se solicita que los alumnos investiguen aplicaciones tecnológicas del modelo estudiado.

## **Replanteo de la Propuesta Didáctica**

A partir de la experiencia en el grupo piloto y de las sugerencias de otros docentes del área la nueva propuesta incluye tres ítems nuevos. La propuesta se replantea entonces teniendo en cuenta la orientación didáctica en diversos aspectos:

1. Planteo de un problema semiabierto.
2. Utilización y exploración del simulador (applets).
3. Interpretación conceptual del MOA desde la perspectiva de las ecuaciones horarias con el correspondiente análisis funcional de las mismas.
4. Utilización del soft Excel en el gráfico de funciones trigonométricas y la derivación por aproximación (cocientes incrementales).
5. Interpretación conceptual del MOA desde la perspectiva de la transferencia energética.
6. Análisis epistemológico de los modelos utilizados.
7. Se propone una actividad con pautas abierta de resolución, que como objetivo analizar los modelos matemáticos de otros tipos de movimientos oscilatorios.
8. Elaboración de un informe sobre los análisis realizados y presentación del mismo en forma oral y escrita.

Se sumó: la utilización de otro modelo físico - matemático (la transferencia de energía) y el análisis de un problema abierto diferenciado por grupos de alumnos. La actividad abierta, en cuanto a las pautas de resolución, tiene como objetivo analizar los modelos matemáticos de otros movimientos oscilatorios (forzados, amortiguados, resortes acoplados, etc.), donde los alumnos debieran utilizar como recursos para la solución el mismo simulador u otros, además del análisis funcional del modelo.

## **DISCUSIÓN FINAL:**

Las actividades propuestas asumen que la mayoría alumnos necesitan explícitamente integrar los contenidos transversales. El grupo piloto, en particular, se caracterizaba por una notoria apatía por la materia fue notable, entonces, el cambio actitudinal de los mismos; los alumnos se interesaron principalmente en el uso del simulador y en la graficación de las funciones, tal vez por sus aptitudes como alumnos de Informática. Sin embargo, en cuanto al análisis conceptual de los temas, mostraron mayores diferencias personales que se reflejan en diferentes niveles de los informes presentados.

Desde el punto de vista actitudinal, el trabajo con TICs implica en los alumnos un interés especial, esto se hizo se observó en los informes que presentaron los alumnos del primer curso piloto. La actividad se realizó en dos clases presenciales de hora y media en grupos de 2 ó 3 alumnos y luego debían presentar un informe escrito. Los informes fueron presentados en forma escrita y oral y resultaron muy interesantes ya que mostraron tiempo de trabajo y detalles más allá de lo solicitado.

El trabajo necesariamente es pautado para que la función del docente sea posible en cursos numerosos, además la posibilidad de trabajar en grupo resultó enriquecedora ya que debatían entre sí y cada uno hacía sus aportes. El anexo de Excel surgió como necesidad ya que la mayoría de los alumnos, a pesar de conocer el Soft no conocían los procedimientos requeridos en las actividades

El informe final es necesario que se explique lo observado y esto requiere de un esfuerzo extra; este tipo de informes se acostumbra a requerir en trabajos de laboratorio pero no es tan común en la resolución de problemas. Los próximos informes se solicitarían en formato de paper y no como una secuencia de respuestas a cuestiones plantadas, esto requeriría un análisis organizacional extra de la información obtenida.

El objetivo de esta propuesta didáctica como modalidad a distancia permitiría a los alumnos de Ingeniería profundizar en los temas involucrados sin restar clases presenciales a la materia y haciendo un aporte tanto en lo conceptual como en lo procedimental, además de la integración de contenidos de la materia física y transversalmente con las demás materias de 1er año. La actividad está pensada especialmente para los alumnos de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Industrial, donde las aplicaciones del modelo estudiado son más comunes.

## **Grado de trasferencia:**

Se trata de una experiencia que intenta incorporar las nuevas tecnologías como complementos de las clases tradicionales, con la perspectiva de profundizar la investigación pedagógica para lograr una transposición didáctica a otros grupos, con la participación de docentes de diferentes áreas. Como perspectiva futura se pretende adaptar la gué para la modalidad a distancia y en principio optativa y para grupos reducidos, para evaluarla y generalizarla en etapas posteriores. Como la materia es anual y el tema se dicta en el segundo cuatrimestre la interacción de los alumnos requiere tiempo para realizar los ajustes que hagan posible el mejoramiento de la propuesta

## **BIBLIIOGRAFIA**

- Alvarez, M. Giuliano, M. Nemirovsky, I. Sacerdoti, M.V. Santorsola, M. Vázquez, S. (2003). Estudio Preliminar del Desarrollo de un Test para el Relevamiento de Concepciones sobre la Naturaleza de la Ciencia. y la Tecnología en Alumnos de Ingeniería. Congreso Latinoamericano de Educación Superior en el Siglo XXI, 18, 19 y 20 de Septiembre de 2003 - San Luis – Argentina.

- Alvarez M.; Giuliano M.; Nemirovsky I.; Pérez S.; Romero C.; Sacerdoti A.; Vazquez S. (2004b) Análisis de concepciones sobre aspectos sociales de la naturaleza de la ciencia en alumnos de ingeniería. IV Encuentro Nacional y I Latinoamericano: La Fourez, G. 1997. Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Colihue, Buenos Aires.
- García Vega, Influencia de las NTIC en la enseñanza. Revista Digital Contexto Educativo, Nro 15.
- Giuliano, M. Vázquez, S. Cruz, R Análisis y ejemplos de procedimientos y actitudes enseñados y aprendidos en clases de física. R. REF XIII, Reunión Nacional de Educación en Física, del 5 al 11 de Noviembre 2003 – Río Cuarto, Córdoba – Argentina. Publicado en memorias con referato.
- Lesh. R. , 1997. Matematización: la necesidad real de la fluidez en las representaciones. Revista Enseñanza de las Ciencias, vol. 15 (3).
- Litwin, E. 1995 (comp). Tecnología Educativa. Editorial Paidós.
- García, A.F. Física con ordenador (en línea) Curso Interactivo de Física en Internet. Mayo de 2004
- Acceso y disponibilidad en : <http://www.sc.edu.es/sbweb/fisica/default.htm>