

# Uso de un laboratorio remoto en el cursado de física en carreras de ingeniería

Carla M. Mansilla<sup>1</sup>, Patricia Schpschuk<sup>1</sup>, Cristina Cámara<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional del Litoral – P. Kreder 2805 - (3080HOF) Esperanza. Santa Fe. Argentina.

<sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral. Santiago del Estero 2829. 3000. Santa Fe. Argentina

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

E-mail: carmans@fca.unl.edu.ar

## Resumen

En el marco de un Proyecto de Investigación relacionado a la incorporación de las Tecnologías de Información y comunicación en la enseñanza de la Física en carreras de Ingeniería, en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, se implementó una experiencia innovadora para estudiar un movimiento rectilíneo, usando un laboratorio remoto que está montado en la Facultad de Ingeniería Química de la misma Universidad.

En este trabajo, se muestran los resultados obtenidos del análisis de una encuesta realizada a estudiantes de la asignatura Física de la carrera de Ingeniería Agronómica. Se observaron resultados satisfactorios en cuanto a la predisposición de los estudiantes a realizar una experiencia real comandada a través de Internet. A pesar de algunas dificultades de accesibilidad al laboratorio, se observó que un alto porcentaje de estudiantes pudo resolver solo los problemas surgidos de la experiencia, respondiendo correctamente a las consignas planteadas. En simultáneo se analizaron los informes presentados por los alumnos para evaluar los aprendizajes alcanzados.

La importancia del uso de un laboratorio remoto radica en la potencialidad que brinda el mismo en cuanto a la posibilidad de realización de experiencias reales en facultades que no cuentan con el equipamiento necesario.

**Palabras clave:** Cinemática, Movimiento rectilíneo, Nuevas Tecnologías, Laboratorio remoto.

## Abstract

As part of a research project related to the incorporation of information and communication technologies in teaching Physics in Engineering programs at the Faculty of Agricultural Sciences of the Universidad Nacional del Litoral, an innovative experience was implemented to study rectilinear motion, using a remote laboratory which is mounted at the Faculty of Chemical Engineering at the same university.

In this paper, are shown the results obtained from the analysis of a survey of students at the Physics course of the race of Agricultural Engineering. Satisfactory results were observed for the willingness of students to make a real experience led through Internet. Despite some difficulties of access to the lab, it found that a high percentage of students could only solve the problems arising from the experience, correctly answering the slogans raised. Simultaneously the reports submitted by students to assess learning achievement were analyzed.

The importance of using a remote laboratory lies in the potential offered by the same regarding the possibility of making real experiences in schools that do not have the necessary equipment.

**Keywords:** Kinematics, Rectilinear Motion, New Technologies, Remote Laboratory.

## I. INTRODUCCIÓN

La incorporación de las Tecnologías de Información y comunicación (TIC) en la enseñanza de la Física en carreras de Ingeniería puede constituirse en una herramienta motivadora para estudiantes y docentes, generando instancias alternativas de enseñanza y de aprendizaje que fomenten el trabajo colaborativo. En carreras de Ingeniería, la enseñanza tradicional se sigue impartiendo en su mayor parte en la modalidad presencial. La inclusión del uso de software, simulaciones o “instancias virtuales de aprendizaje”, puede resultar de gran ayuda y estímulo para los alumnos, “nativos digitales”, puesto que están familiarizados con el uso de las nuevas tecnologías desde temprana edad, por lo que incluir a la TIC en su educación superior, además de ayudar en la enseñanza de la Física, sumaría conocimiento en la aplicación de las

herramientas que manejan actualmente y también ayudaría a la incorporación de otras, desde un punto de vista crítico (Cámara, 2011).

La física es una ciencia experimental, por lo que la observación, la medición y también la especulación teórica son procesos inseparables en la construcción del conocimiento físico, y lo son también en la construcción del conocimiento en el aula. De este modo, las propuestas didácticas diseñadas y/o seleccionadas para la enseñanza de la física deben estar en correspondencia con esos procesos. A través de la realización de experiencias reales, se pretende incentivar el interés del estudiante por conocer y hacer, promover en los estudiantes la observación, explicación e interpretación de distintos fenómenos, y la aplicación de conocimientos a situaciones nuevas y de interés práctico y/o tecnológico. Entre otras cosas, la experimentación posibilita mostrar cómo las ideas se relacionan con fenómenos concretos, desarrollar habilidades cognitivas y fomentar la capacidad de análisis crítico (Concari y otros, 2007).

Una aplicación a nuestro entender, importante e innovadora, relacionada a la incorporación de las TIC a la enseñanza de la Física en carreras de Ingeniería, es el uso de Laboratorios Remotos.

Un laboratorio remoto es un conjunto de experimentos reales implementados a través de algún sistema de comunicación, de modo que el operador está ubicado en un lugar distante de los sistemas físicos. Es importante marcar la diferencia entre un laboratorio remoto y un laboratorio virtual.

Este último consiste en un conjunto de simulaciones generalmente disponibles en Internet que pueden ser operadas por docentes y alumnos, en general sin restricciones. En cambio en un laboratorio remoto las experiencias se realizan en forma real y pueden comandarse a través de Internet. Los resultados de las mismas y la experiencia en sí, pueden visualizarse en la computadora a través de Internet. Desde un punto de vista técnico, el experimento remoto está vinculado al control automático y a la robótica. (Monje, Kofman, Lucero, Culzoni, 2009).

La utilización de un laboratorio remoto para la realización de experiencias reales, permite que grupos de alumnos de nivel universitario puedan realizar experiencias que están montadas en un lugar determinado, desde otro centro educativo que no cuenta con el equipamiento necesario.

El Departamento de Física de la Facultad de Ingeniería Química de la UNL, cuenta actualmente con las siguientes experiencias montadas en un laboratorio al cuál puede accederse en forma remota desde cualquier computadora, dentro o fuera de la Unidad Académica:

Este laboratorio remoto cuenta actualmente con las siguientes experiencias:

- Estudio del movimiento de un volante en un plano inclinado.
- Estudio del campo magnético en el interior de un solenoide.
- Estudio de circuitos RC, RL y RLC de corriente continua.
- Estudio de la difracción e interferencia de la luz, que se encuentra en proceso de desarrollo.

En una primera instancia, se decidió la realización del Trabajo Práctico "Cinemática: estudio de un movimiento rectilíneo, usando un laboratorio remoto", en el cual se estudia el movimiento de los puntos del eje de un volante que rueda por un plano inclinado, con los alumnos de la asignatura Física de la FCA de la UNL, sita en la ciudad de Esperanza, donde no se cuenta con el equipamiento necesario para abordar experimentalmente el tema.

Se presentan en este trabajo los resultados obtenidos a partir del análisis de encuestas y de los informes de Trabajos Prácticos presentados por los estudiantes.

## II. MARCO TEÓRICO Y OBJETIVOS

Según la teoría de Ausubel, el aprendizaje significativo tiene lugar cuando el estudiante da sentido o establece relaciones entre los nuevos conceptos o nueva información y los conceptos y conocimientos existentes, o con alguna experiencia anterior. Una de las condiciones para que se produzca el aprendizaje significativo es que el material a ser aprendido sea relacionable de manera sustantiva y no literal, a la estructura cognitiva de quien aprende (Ausubel, Novak y Hanesian, 1991). El material que posee esas características sería potencialmente significativo, es decir, factible de ser aprendido significativamente (Cámara, Giorgi, 2000).

Según Coll (2001), desde una visión constructivista y sociocultural de la enseñanza y el aprendizaje en la educación universitaria, se conceptualiza el aprendizaje como un proceso de construcción de significados y de atribución de sentidos a los contenidos y tareas, y la enseñanza como un proceso de ayuda que varía en tipo y en grado como medio de ajuste a las necesidades que surgen a lo largo del proceso de construcción de significados y atribución de sentido que cada alumno lleva a cabo.

Los entornos de aprendizaje constructivista se definen como «un lugar donde los alumnos deben trabajar juntos, ayudándose unos a otros, usando una variedad de instrumentos y recursos informativos que permitan la búsqueda de los objetivos de aprendizaje y actividades para la solución de problemas» (Wilson, 1995).

Como lo señalan Lucio (1994) y Coll (1991), el constructivismo no es una corriente de pensamiento totalmente homogénea y no existe un único texto que sintetice el pensamiento constructivista. No obstante, las distintas tendencias coinciden en que el conocimiento no es el resultado de una simple copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos (Garzón & Vivas, 1999; Ordóñez, 2006).

Calzadilla (2002), afirma que el aprendizaje colaborativo, es otro de los postulados constructivistas que parte de concebir a la educación como proceso de socio construcción que permite conocer las diferentes perspectivas para abordar un determinado problema, desarrollar tolerancia en torno a la diversidad y pericia para reelaborar una alternativa conjunta.

Uno de los objetivos planteados en el Proyecto de Investigación fue diseñar, evaluar y aplicar estrategias didácticas que integren TIC a las actividades de enseñanza y de aprendizaje de Física en la carrera de Ingeniería Agronómica de la UNL fomentando el trabajo grupal y aprendizaje colaborativo en el marco de una visión constructivista de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. En éste marco, el grupo se incorporó el laboratorio remoto como una nueva forma de acceder a experiencias reales, las cuáles pueden comandarse en forma remota a través de Internet desde un gabinete de informática de una facultad u otra institución educativa o desde cualquier pc con conexión a Internet.

### III. METODOLOGÍA

La propuesta descrita en el presente trabajo se implementó con un grupo de alumnos de 2° año de la carrera de Ingeniería Agronómica, que cursaron la asignatura Física en el primer cuatrimestre del 2015 en la FCA, en la ciudad de Esperanza.

Para la implementación de la misma, se diseñó por lado, una guía de Trabajos Prácticos con las consignas para abordar la experiencia y por otro se ofreció a los alumnos un instructivo con la ayuda necesaria para que puedan acceder desde sus casas al Laboratorio Remoto ubicado en la FIQ de la UNL, en la ciudad de Santa Fe.

En una primera clase presencial, los docentes explicaron a los alumnos el funcionamiento del Laboratorio Remoto, sugiriendo a los mismos la visualización de un video explicativo que se encuentra en el sitio de acceso al mismo.

Los estudiantes, se reunieron en grupos pequeños de 4 alumnos, a cada grupo se le entregó un “usuario”, una “clave” para que trabajen desde sus casas y se fijaron plazos para la entrega de los informes correspondientes.

Como instrumento para la evaluación de la propuesta se diseñó una encuesta para indagar acerca de la opinión de los alumnos y de las dificultades surgidas en la realización de la experiencia. En su gran mayoría, las encuestas recabadas representan la opinión del grupo de trabajo.

Junto con el informe grupal, se solicita al grupo, alguna conclusión, de modo que esta exprese todo lo que ha involucrado la experiencia, ya sea en dificultades encontradas, relación con los conceptos teóricos del tema o bien objetivos alcanzados.

Se analizaron 22 encuestas, las cuáles consistieron en las siguientes preguntas:

- 1) ¿Participaste alguna vez de alguna experiencia comandada en forma remota?
- 2) ¿Sabías que existen laboratorios para hacer experiencias que pueden comandarse en forma remota a través de Internet?
- 3) ¿Tuviste dificultades para acceder al Laboratorio Remoto de la FIQ?
- 4) El uso del Laboratorio Remoto puede ser útil para:
- 5) En cuanto a las actividades propuestas por el equipo docente, te resultaron:
- 6) ¿Cómo resolviste las dificultades que te surgieron durante el Trabajo Práctico?
- 7) ¿Te gustaría realizar otro trabajo práctico utilizando esta metodología?

Las opciones a cada una de las preguntas se listan en la presentación de los resultados.

Para su análisis, las preguntas fueron agrupadas según los siguientes criterios:

- A. Grado de conocimiento y aplicación de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la docencia: preguntas 1 y 2.
- B. Accesibilidad: pregunta 3.
- C. Utilidad: pregunta 4.
- D. Dificultad o Complejidad: pregunta 5 y 6.
- E. Aceptación de la Propuesta: pregunta 7.

#### A. Breve descripción de la experiencia

El objetivo específico de esta experiencia es estudiar el movimiento rectilíneo de los puntos de un volante que rueda sobre un plano inclinado.

El sistema consta de un par de rieles paralelos pivotados en un punto cercano al centro. Un extremo de los rieles está soportado por un tornillo sin-fin, accionado por un motor paso a paso, que se encarga de mover ese extremo en sentido vertical con el fin de fijar el ángulo de acuerdo al valor que le asigna el usuario. Realizada esta operación, el software conmuta un relay que corta la corriente al electroimán que se encarga de sostener el volante en la posición de partida. De esta manera se inicia el movimiento del volante sobre los rieles, que es de rodadura sin deslizamiento. Esto se asegura limitando el ángulo máximo de inclinación, en este caso a 3°. Finalizada la experiencia, el riel se inclina en sentido contrario para que el volante vuelva a su posición de partida. Una de las características de la plataforma es la posibilidad de ver la experiencia en vivo a través de una cámara IP. En la figura 1 se puede observar una fotografía del dispositivo, en el que se indican distintas partes del mismo.

La informatización del experimento permite obtener con precisión una colección de datos de tiempo y distancia a lo largo del trayecto del volante, lo cual se realiza mediante barreras luminosas infrarrojas. (<http://galileo4.unl.edu.ar/descripcionVolante.html>)



FIGURA 1. Fotografía rieles - volanta

En la Figura 2, se puede observar la pantalla que se muestra una vez finalizada la experiencia.

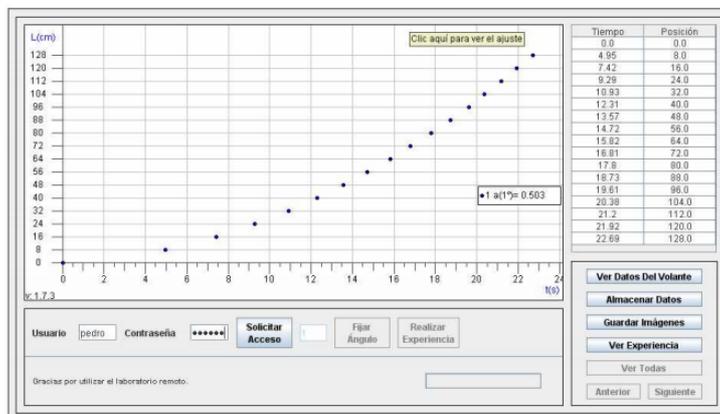


FIGURA 2. Applet del sistema Riel – Volante luego de realizada una experiencia.

Los datos obtenidos se grafican y también se muestran en una tabla a la derecha de la pantalla. Automáticamente el software realiza un ajuste de datos con el fin de obtener la aceleración del eje del volante como se muestra. En la parte superior de la gráfica, aparece la posibilidad de observar la gráfica de ajuste.

Ambas gráficas pueden guardarse en formato JPG y los datos de la tabla pueden guardarse como archivo Excel cada vez que se realiza una experiencia.

El sistema permite visualizar varias experiencias usando diferentes colores para cada una de ellas.

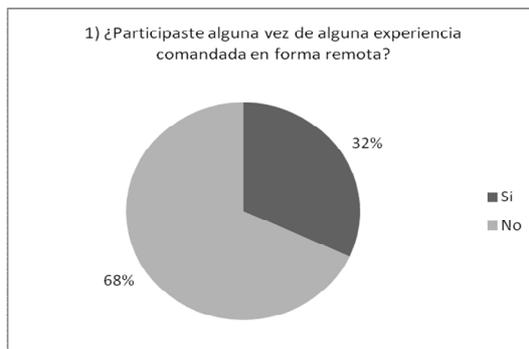
#### IV. RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados del análisis de las encuestas según los criterios A, B, C y D mencionados anteriormente:

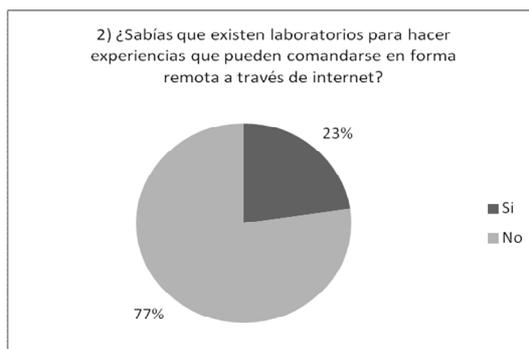
A) Grado de conocimiento y aplicación de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la docencia: preguntas 1 y 2.

**TABLA I.** Frecuencia absoluta y relativa de las preguntas 1 y 2.

	Frecuencia Absoluta		Frecuencia Relativa	
	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 1	Pregunta 2
Si	7	5	32%	23%
No	15	17	68%	77%



**FIGURA 3.** Participación en una experiencia remota.



**FIGURA 4.** Conocimiento de laboratorios remotos.

B) Accesibilidad: pregunta 3

**TABLA II.** Frecuencia absoluta y relativa de la pregunta 3.

	Frecuencia Absoluta Pregunta 3	Frecuencia Relativa Pregunta 3
Poca	2	9%
Moderada	6	27%
Mucha	14	64%

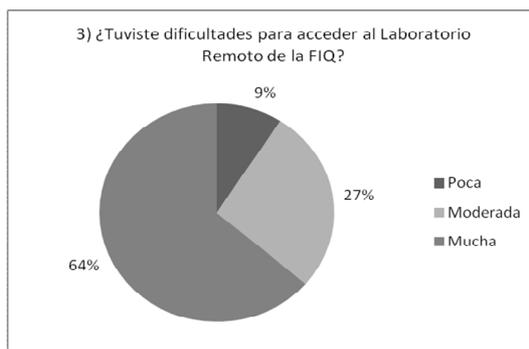


FIGURA 5. Dificultades de acceso al laboratorio remoto.

C) Utilidad: pregunta 4

TABLA III. Frecuencia absoluta y relativa de la pregunta 4.

	Frecuencia Absoluta Pregunta 4	Frecuencia Relativa Pregunta 4
Usar nueva tecnología disponible	12	55%
Lograr un mejor aprovechamiento de los tiempos disponibles para el cursado	5	23%
Relacionar la teoría con los problemas ha	5	23%

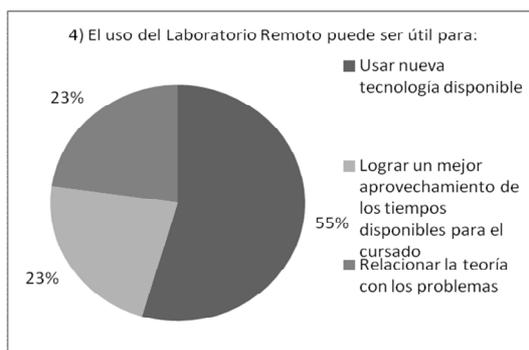


FIGURA 6. Utilidad del laboratorio remoto.

D) Dificultad o Complejidad: pregunta 5 y 6

TABLA IV. Frecuencia absoluta y relativa de la pregunta 5.

	Frecuencia Absoluta Pregunta 5	Frecuencia Relativa Pregunta 5
Muy fáciles	5	23%
Grado de dificultad aceptable	16	73%
Muy complejas	1	5%

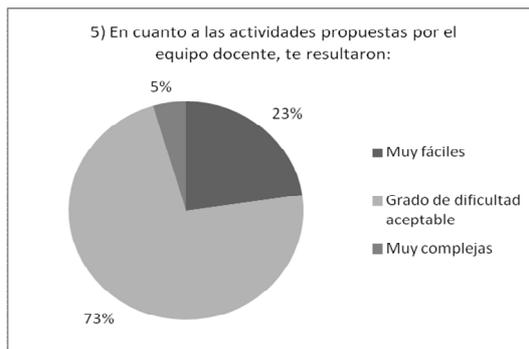


FIGURA 7. Dificultades en la realización de la experiencia.

TABLA V. Frecuencia absoluta y relativa de la pregunta 6.

	Frecuencia Absoluta Pregunta 6	Frecuencia Relativa Pregunta 6
Solo	14	64%
Con ayuda del docente	4	18%
No las resolviste	4	18%



FIGURA 8. Resolución de dificultades durante la realización de la experiencia.

E) Aceptación de la Propuesta: pregunta 7

TABLA VI. Frecuencia absoluta y relativa de la pregunta 7.

	Frecuencia Absoluta Pregunta 7	Frecuencia Relativa Pregunta 7
Si	16	73%
No	6	27%

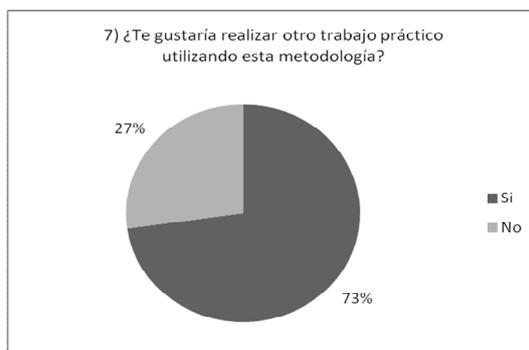


FIGURA 9. Intención de repetir otra experiencia similar.

## V. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

A partir del análisis de las encuestas, puede inferirse que los resultados arrojados fueron variados respondiendo a diferentes temáticas.

Como se muestra en las figuras N°3 y N°4, con respecto al conocimiento y uso de instancias experimentales comandadas remotamente, un alto porcentaje contesta desconocer la existencia de las mismas. Sin embargo, más de un 50 % opina que el LR puede ser útil para usar tecnología disponible.

Al analizar la accesibilidad al LR, se observa en la Figura N° 5 que un 64 % tuvo alta dificultad de acceso y un 27 % moderada dificultad de acceso. Esto se debió en gran parte a las dificultades surgidas en los pasos previos a la utilización del LR, como por ejemplo la instalación de JAVA y la consiguiente autorización, en la seguridad de JAVA, de las páginas de acceso. Los estudiantes, realizaron numerosas consultas al respecto, a los docentes responsables, y se solucionaron las dificultades presentadas.

Con respecto a las actividades específicas propuestas por el equipo docente y una vez solucionadas las dificultades de acceso, un 73 % respondió que tuvo un grado de dificultad aceptable y un 64 % que pudo resolver solo las dificultades que surgieron durante el Trabajo Práctico. (Figuras N°7 y N°8)

Esto resultó satisfactorio para el equipo docente, ya que un objetivo planteado al diseñar esta propuesta didáctica basada en el uso de TIC, era que los estudiantes pudieran resolver solos las dificultades surgidas. Es importante mencionar que los alumnos tenían un entrenamiento previo en cuanto a recopilación y análisis de datos y la posterior construcción de gráficas características para distintos movimientos. Por tal motivo al realizar esta experiencia y como resultado en la pantalla obtuvieron la gráfica posición vs tiempo, esta les resultó completamente familiar a lo visto anteriormente y no tuvieron dificultades en asociar el movimiento de los puntos del eje del volante, a un Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado (MRUV) y realizar la caracterización correspondiente.

Un 73 % (Figura N° 9) manifiesta que le gustaría realizar otro Trabajo Práctico con esta metodología, lo que demuestra que el grupo de alumnos que participó de la propuesta está motivado a enfrentar desafíos similares, que deberán debatir con los integrantes del grupo cuales los contenidos que están desarrollando, elaborar sus propias conclusiones y enmarcar la experiencia dentro de un marco teórico fundamentándolo con los conceptos adquiridos en clase y a partir del análisis de la bibliografía de referencia.

A partir de estos resultados y del análisis de los informes de Trabajos Prácticos, creemos que es importante el aprovechamiento de equipamiento disponible para la realización de experiencias reales que puedan comandarse y visualizarse a través de Internet. Es objetivo del grupo la implementación de otras experiencias disponibles en este LR, para abordar otros contenidos de la asignatura, como Dinámica rotacional, Magnetismo y Óptica.

Esto no es más que una muestra del entusiasmo que evidencian por el uso de TIC. Los jóvenes manifiestan una tendencia a usar las nuevas tecnologías e internalizarlas de una manera rápida y fácil, ya que en el mundo que los rodea, ellos se mueven y se ven cómodos con el uso de todo lo nuevo en materia de tecnología referida a la informática y sus avances, ejemplo de esto, son los múltiples usos que le dan a sus teléfonos móviles.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la UNL por el apoyo para la realización de este trabajo en el marco del Proyecto CAI+D 2011, código 50120110100270LI, subsidiado por la UNL.

## REFERENCIAS

- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1991). *Psicología Educativa, un punto de vista cognitivo*. 5ta. Reimpresión. Trillas, Méjico.
- Calzadilla, M. E. (2002). Aprendizaje Colaborativo y Tecnologías de la Información y la Comunicación. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. *OEI-Revista Iberoamericana de Educación*. (ISSN: 1681-5653). Venezuela.
- Cámara, C. y Giorgi, S. (2000). *Una propuesta para el estudio de sistemas en movimiento simultáneo de rotación y traslación usando la computadora en el laboratorio de física*. V Encuentro Internacional de Educación en Física. Maldonado, Uruguay.

- Cámara, C. (2011). *Las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación integradas a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Física en carreras de Ingeniería*. Proyecto de Investigación CAI+D 2011. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe. Argentina.
- Coll, C. (2001). Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje. En: César Coll, Jesús Palacios, Álvaro Marchesi (comps.) *Desarrollo psicológico y educación. Psicología de la educación escolar*. Madrid: Alianza. pp. 157-188.
- Concari, S., Giorgi, S, Cámara, C y Giacosa, N. (2007). *Experiencias de física en entornos virtuales integradas a estrategias didácticas clásicas de las ciencias naturales*. Memorias de REF 15. Merlo, San Luis, Argentina.
- Garzón, C. y Vivas, M. (1999). *Una didáctica constructivista en el aula universitaria*. *Educere*, 3(5). Consulta 01/07/2015. Disponible en: <https://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/19454/1/articulo3-5-5.pdf>.
- Ordóñez, C.L. (2006). *Currículo: La necesidad y la forma de cambiar*. Ponencia presentada en el Segundo Encuentro Pedagógico Ecuatoriano. Manta, Manabí, Ecuador.
- Kofman, H. (2000) *Grupo Galileo: agrupación de docentes, estudiantes e investigadores, sin fines de lucro, dedicada al desarrollo y la aplicación de software educativo y otras herramientas informáticas para la Educación en Física* – Director: Mg. Hugo Kofman. Consulta 01/07/2015. Disponible en: <http://www.fiq.unl.edu.ar/galileo/> y en <http://galileo4.unl.edu.ar/descripcionVolante.html>.
- Monje, R., Kofman, H., Lucero, P., Culzoni, C. (2009). *Experimentos remotos de circuitos eléctricos con fenómenos transitorios*. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*. ISSN 1699-4574. Consulta 01/07/2015. Disponible en: [http://issuu.com/adie.es/docs/9\\_final?viewMode=magazine](http://issuu.com/adie.es/docs/9_final?viewMode=magazine).
- Wilson, J. (1995). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza*. Paidós, Madrid.