

# **PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE INTERNET PARA LABORATORIOS REMOTOS EN LA ENSEÑANZA DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS EN CARRERAS DE INGENIERÍA.**

**CULZONI, C.; KOFMAN, H.; LUCERO, P.; MONJE, R.**

**Universidad Tecnológica Nacional; Universidad Nacional del Litoral- Bv. Roca y Artigas, Rafaela, Santa Fe; Santiago del Estero 2851, Santa Fe  
03492422880/432710; 03424571110 [cecilia.culzoni@frra.utn.edu.ar](mailto:cecilia.culzoni@frra.utn.edu.ar)**

## **1. RESUMEN**

El Laboratorio Remoto como medio didáctico ofrece una opción diferente del uso de Internet para la educación. Su ubicación dentro de una conceptualización de los medios didácticos permite una valoración de sus posibilidades para la enseñanza universitaria. En este caso en particular se describe una propuesta de utilización de laboratorio remoto para el estudio de circuitos eléctricos en régimen transitorio para carreras de ingeniería. La experiencia que se describe se desarrolló dentro del proyecto de investigación “Sensoramiento y Laboratorios remotos para la investigación y la enseñanza de las ciencias”, que se realiza en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (Santa Fe, Argentina); el cual está integrado por docentes de dicha facultad y de la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional. La misma consistió en una clase teórico – práctica con laboratorios remotos para el estudio de circuitos eléctricos.

El laboratorio al que hacemos referencia se encuentra en construcción en la U.N.L. y cuenta actualmente con una experiencia para el estudio de régimen transitorio en circuitos eléctricos. Se encuentran en etapa de construcción tres experiencias más.

Palabras clave: laboratorios remotos, física, Internet, educación

## **2. OBJETIVO**

En el presente trabajo se pretende analizar las posibilidades pedagógicas del laboratorio real controlado en forma remota por Internet y ubicar sus propiedades específicas. Además se ofrece una experiencia educativa utilizando un laboratorio remoto ubicado en la Facultad De Ing. Química de la UNL, de desarrollo propio, para la enseñanza de Física para alumnos de ingeniería.

## **3. METODOLOGIA**

La metodología que utilizamos en este proyecto de investigación, y en este trabajo en particular, consiste en una investigación bibliográfica a través de Internet consultando no sólo los resultados de investigaciones anteriores, sino visitando los mismos sitios Web de otros laboratorios remotos ubicados en otros países de América Latina, Europa y Estados Unidos. A partir de allí se realiza un análisis crítico de las posibilidades pedagógicas de cada sitio tal cual se plantean y del software que permite su funcionamiento.

Para el estudio de la utilización del laboratorio de la UNL por parte de los alumnos, a la fecha se cuentan con pocas experiencias realizadas en la misma UNL y en la UTN

Rafaela, por lo que se ha adoptado una metodología cualitativa de observación de clases y análisis de los informes de los alumnos.

#### 4. MARCO TEÓRICO

##### 1. Educación e Internet

Dentro de las posibilidades que Internet ofrece a la educación se distinguen según Anahí Mansur en “Los nuevos entornos comunicacionales y el salón de clases” (Litwin compiladora, 2005) tres posibles ámbitos de comunicación:

- ✓ Los Foros de Discusión: “espacio de debate temático coordinado por un moderador, en tiempos asincrónicos o diferidos”. Estos sitios se ubican en diarios, revistas, portales, o plataformas educativas especialmente diseñadas.
- ✓ Los Chats: consisten en “un grupo de personas que se encuentran a conversar sin un coordinador o moderador, en general sin agenda y en tiempo sincrónico on-line.”
- ✓ Correo electrónico: “es el programa de comunicación de uso más extendido, que permite en tiempo diferido, el intercambio de textos de tipo epistolar”.

Adriana Gewer (2007) en “Internet en las situaciones de enseñanza y aprendizaje” expone diferentes niveles de uso de Internet desde su no utilización hasta la total utilización a través de la enseñanza on-line.

Desde la búsqueda de información actualizada, hasta la incorporación de una plataforma educativa, el docente puede realizar diversas propuestas didácticas donde incorpora Internet en el diseño de sus clases. Como dice E. Litwin (2005) “Los nuevos entornos comunicacionales (como Internet) también entran en el salón de clase y dan cuenta de las orientaciones o las restricciones de uso de cada docente”.

##### 2. Laboratorios Remotos

Sin lugar a dudas el Laboratorio Remoto, como aplicación de uso de Internet, se constituye en una propuesta novedosa para la enseñanza, y más aún para la enseñanza de la Física Básica en carreras universitarias. “Un laboratorio remoto (LR) consiste en el montaje de un conjunto de materiales, dispositivos e instrumentos en un lugar físico determinado para permitir la realización de experimentos reales que son comandados por un operador que está ubicado en un lugar distante del mismo y con el cual se establecen relaciones mediante algún sistema de comunicación, tal como Internet.” (Culzoni y Kofman, et al, 2007). Se distingue entonces entre laboratorios remotos y laboratorios virtuales, siendo estos últimos constituidos por simulaciones computacionales que pueden estar disponibles o no en la Web.

“Desde un punto de vista técnico, el experimento remoto está vinculado al control automático y a la robótica. Sus primeras aplicaciones estuvieron orientadas a resolver problemas de inseguridad o de no habitabilidad de algunos ambientes en los que debían realizarse ciertas operaciones o ensayos.” (Culzoni y Kofman, et , 2007)

Los Laboratorios Remotos tienen ventajas e inconvenientes. Las primeras son fundamentalmente la posibilidad de acceso a experiencias y equipamientos costosos que se sitúan en un único sitio por parte de gran cantidad de alumnos de diferentes lugares. La solución a los horarios de utilización del laboratorio y la optimización de los recursos. Los inconvenientes citados por diversos autores son por ejemplo la pérdida de

contacto con la experiencia, la no visualización de las mismas (Rosado y Herreros, 2005).

Sin embargo, y como todo recurso didáctico, el laboratorio remoto puede ser utilizado eficazmente dentro de una intervención áulica que lo incluya como medio de resolución de problemas físicos, como forma de visualizar experiencias, adquirir datos medidos y realizar las gráficas correspondientes, como herramienta que relacione al alumno con los procedimientos propios e inherentes a las ciencias experimentales y como un recurso más que propicie la comprensión de los fenómenos físicos.

### 3. Ubicación del Laboratorio Remoto dentro de una conceptualización y clasificación de medios didácticos

“Frente a la visión de los medios como meros soportes físicos que vehiculan información, y cuyo potencial de aprendizaje se fundamenta en el grado de similitud de la representación a su referente, en los últimos años ha ido consolidándose una propuesta que ofrece un marco teórico suficientemente potente como para prever y explicar los impactos diferenciales de los medios sobre el aprendizaje de los sujetos”..... “Son los sistemas simbólicos el atributo clave para explicar la interacción entre los sujetos, los medios y el aprendizaje” (Área Moreira, 2007).

Según Salomón los atributos fundamentales de todo medio son los siguientes:

- ✓ Los atributos tecnológicos, afectan la difusión de la información.
- ✓ Los contenidos, aunque suelen ser el principal objetivo de los docentes, parece ser que es más importante la forma de codificarlos que los mensajes en sí.
- ✓ Marcos y situaciones sociales, es un atributo externo al medio en sí. Los efectos de los medios varían según las condiciones de su uso.
- ✓ Sistemas de símbolos, son los elementos que representan de alguna forma específica un conocimiento, como el lenguaje, cartografía, símbolos matemáticos. Los sistemas simbólicos “afectan a las representaciones cognitivas de los sujetos que con ellos interaccionan.”. (Área Moreira, 2007).

Los sistemas de símbolos y su relación con los distintos medios, tienen una importancia fundamental, ya que diferentes sistemas simbólicos se vinculan con diferentes áreas del conocimiento y éste puede ser transportado por uno u otro medio.

“Un sistema de símbolos comunica mejor que otro no a causa de un parecido entre el símbolo representado y su referente, sino porque un sistema de símbolos, en comparación con otros, puede presentar la información en mejor correspondencia al modo de representación que un individuo, con una determinada estructura cognitiva y una tarea dada, puede utilizar mejor” (Salomón; en Área Moreira, 2007)

Área Moreira, realiza una clasificación de los medios, de la cual tomamos dos categorías: los medios manipulativos y los informáticos que a su vez podremos relacionar.

Los medios manipulativos son los que se utilizan en una modalidad de experiencia del aprendizaje, por sí mismos no producen aprendizajes sino que deben utilizarse intencionalmente bajo un contexto de enseñanza. Incluimos aquí los materiales de laboratorio que se utilizan para experiencias, instrumentos de medición, muestras de materiales, muestras de suelos, máquinas, dispositivos, etc. Los medios informáticos se caracterizan por incluir cualquier modalidad de codificación simbólica de la información, formas verbales, imágenes, sonidos, gráficas, fórmulas, números.

El Laboratorio Remoto reúne en sí las dos categorías detalladas. Contiene en su lugar de ubicación medios manipulativos que permiten la realización de experiencias reales y utiliza los medios informáticos para posibilitar el control, visualización y obtención de datos a distancia. A partir de esta coincidencia podemos entender que aporta las cualidades y características específicas de cada una de las categorías a la vez que posibilita la utilización de diferentes sistemas simbólicos para transmitir la información. En este último aspecto los sistemas simbólicos utilizados son comparables con los que posibilita una experiencia real con mediciones realizadas utilizando placas o interfaces de adquisición de datos a una PC, que incluyen visualización de la experiencia, tablas de valores, curvas de evolución de magnitudes medidas, códigos matemáticos y gráficos que posibilitan la comprensión del fenómeno físico. ¿Qué nuevas posibilidades aporta entonces el laboratorio remoto como medio didáctico? Fundamentalmente consideramos que hace factible la optimización de recursos físicos y humanos disponibles y permite tomar contacto con una tecnología que es el control a distancia de máquinas y equipos propia de los procesos productivos actuales.

## 5. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

### 1. Propuesta pedagógica de utilización de Laboratorios Remotos en carreras de Ingeniería

Esta clase se llevó a cabo con alumnos de carreras de Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Industrial que cursan Física II en la UTN Facultad Regional Rafaela. Se propuso una clase teórico-práctica de laboratorio con utilización de laboratorio remoto para el estudio del comportamiento en régimen transitorio de circuitos RC, RL y RLC alimentados con corriente continua. Se trabajó en forma paralela con un laboratorio remoto ubicado en la Facultad de Ingeniería Química de la UNL en la ciudad de Santa Fe y con idéntico equipamiento disponible en nuestro laboratorio. Es de destacar que se planificó de este modo dado que era la primera experiencia remota que realizábamos.

Esta intervención áulica incluye una dimensión disciplinar ya que aborda conocimientos específicos de la asignatura con una metodología innovadora que la constituye el laboratorio remoto. También involucra una dimensión de investigación ya que son las primeras clases de Física Básica utilizando laboratorios remotos entre dos universidades argentinas. Los alumnos de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rafaela son los primeros usuarios en una clase piloto de una experiencia de un laboratorio remoto que se está construyendo en la Facultad de Ing. Química de la Universidad Nacional del Litoral en Santa Fe. Tiene una dimensión pedagógica ya que se fundamenta en la necesidad de realizar actividades que promuevan la comprensión de los contenidos a abordar e involucra además una dimensión tecnológica, por promover las dos universidades el desarrollo científico tecnológico aplicado a la Ingeniería y se encuentra en relación directa con la realidad social que encontrará el futuro ingeniero en su trabajo profesional. El sensoramiento remoto y el control a distancia de experiencias y máquinas es ya una realidad industrial en el ámbito local y nacional.

Adquiere una dimensión social y colaborativa de doble alcance. Se enmarca en un proyecto de investigación donde participamos docentes de la UNL y de la UTN trabajando y compartiendo experiencias que nos permiten mejorar la educación. Propone un trabajo en colaboración entre alumnos que compartirán en grupos reducidos

la experiencia a distancia, analizarán problemas a partir de ella y buscarán soluciones en conjunto.

Hemos basado esta propuesta en los conceptos pedagógicos que asignan a la interacción social y a la interacción con los medios una singular importancia. “El desarrollo cognitivo emerge de la interacción social y de la mediación semiótica que caracterizan la vida en sociedad”....“El aprendizaje estimula y activa una variedad de procesos mentales que afloran en el marco de la interacción con otras personas”. “Los instrumentos mediadores (herramientas y signos) no sólo facilitan la acción humana, sino que la transforman...El dominio de herramientas y signos dará nuevas posibilidades a las funciones cognitivas superiores. (Rodríguez Arocho, 2000)

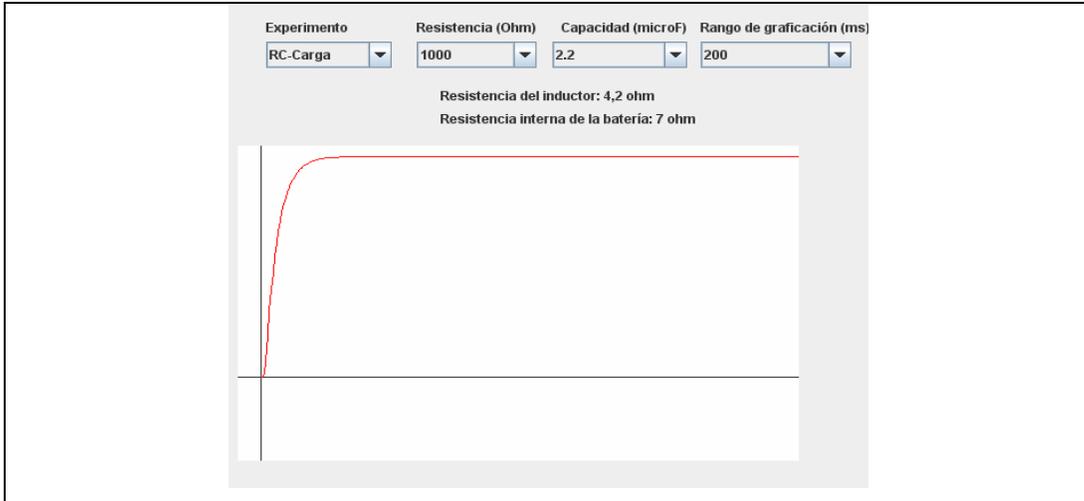
Para llevar a la práctica este concepto es que se proponen las actividades en grupos de trabajo pequeños en los cuales los alumnos deben resolver problemas que los motivan a negociar y construir conocimientos. La simbología utilizada por el medio varía desde una tabla de números, que constituyen los valores obtenidos de la experiencia a su gráfica correspondiente. La visualización de las gráficas prácticamente en tiempo real posibilita la adquisición del conocimiento desde otro sistema de códigos, que sumado a la expresión matemática y la descripción verbal del fenómeno provee al alumno de otra herramienta para relacionar los nuevos conocimientos con su estructura cognitiva previa. A los fines de lograr incentivar las funciones cognitivas superiores se proponen actividades que relacionen la tabla de datos con la gráfica, que busquen las causas de posibles diferencias entre la gráfica real y la que provee el modelo físico idealizado, valorando de este modo la medición real como fuente de validación de la teoría.

## 2. Evaluación y resultados

Dadas las características exploratorias de esta experiencia realizaremos un análisis cualitativo de la misma, basándonos en las apreciaciones del docente que la llevó a cabo, de la manifestación de los alumnos y de los resultados obtenidos de los informes presentados.

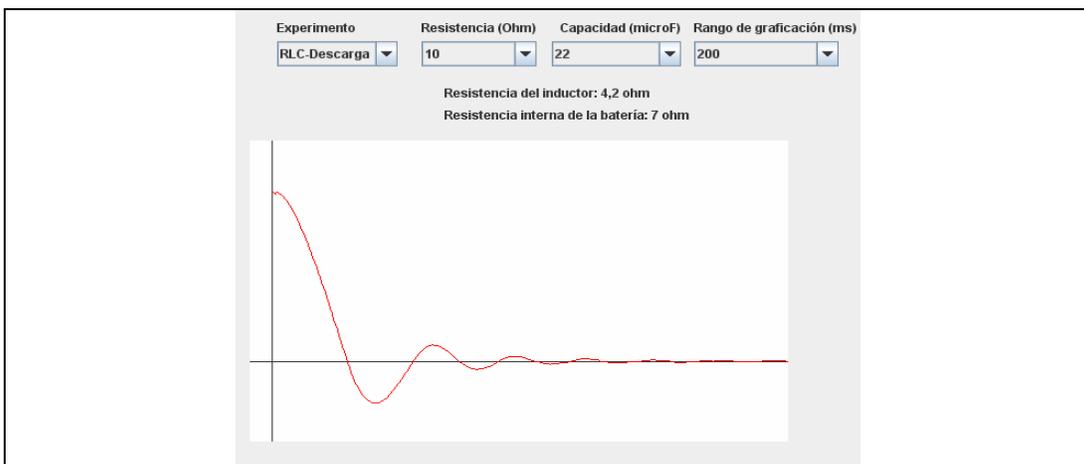
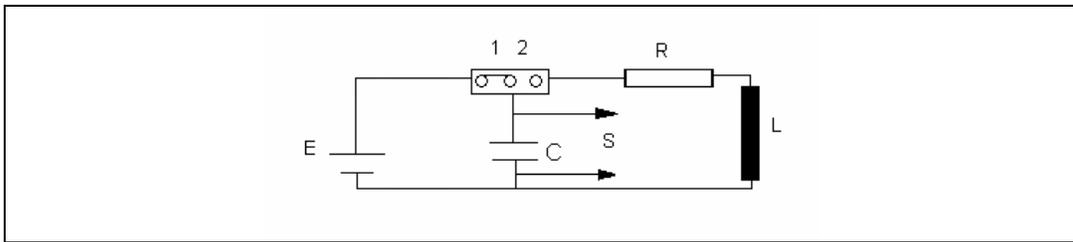
Se pudo observar que los alumnos trabajaron con especiales expectativas y entusiasmo al poder manipular y controlar una experiencia real que se estaba desarrollando a 90Km de distancia. No hubo ningún tipo de problemas técnicos ni de utilización de software. La página del laboratorio es de muy fácil acceso, los requerimientos técnicos son mínimos y los estudiantes están en perfectas condiciones de manejar la experiencia por sí solos. Como se había armado en paralelo el mismo circuito en nuestro laboratorio, los alumnos comparaban las gráficas obtenidas con nuestro equipo, con las provenientes del laboratorio remoto. Esto posibilitó también superponer la simulación computacional a la gráfica real para evaluar diferencias entre el modelo y la realidad. Destacamos esta función del equipo ya que pocas veces podemos observar y comparar los resultados de un experimento real con los que resultan de aplicar el modelo matemático. Esta función se logra casi en exclusivo mediante la utilización de NTICS.

A continuación se ofrecen parte de las curvas obtenidas por los alumnos mediante el uso del laboratorio remoto y del equipo propio para el estudio de carga y descarga de capacitores y oscilaciones electromagnéticas.



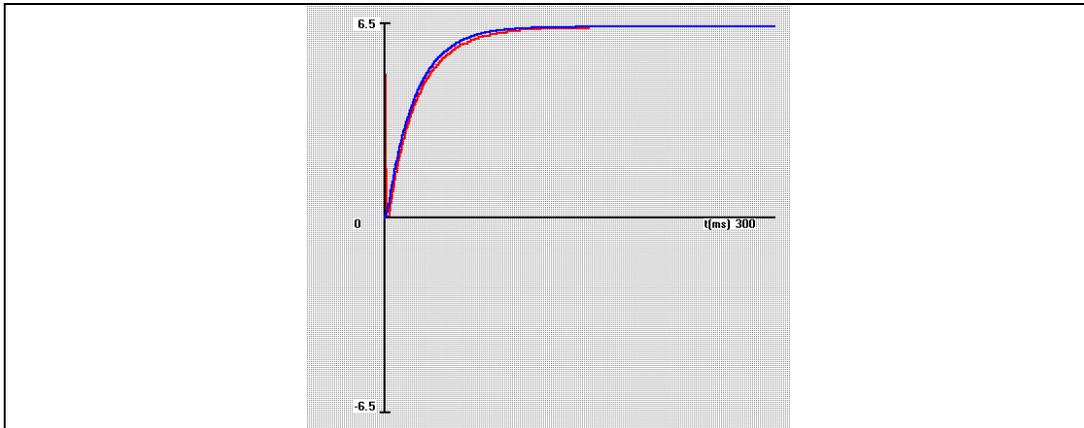
Carga de un capacitor a través de un resistencia con laboratorio remoto

Gráfica de oscilaciones electromagnéticas del siguiente circuito:



Oscilación electromagnética de un circuito RLC sin alimentación con laboratorio remoto

Agregamos algunas gráficas obtenidas por medición del equipo propio situado en nuestro laboratorio, donde la curva azul corresponde al modelo ideal y la roja a la medición real.



Carga de un capacitor a través de una resistencia

Resistencia:  $100\Omega$

Capacitor:  $220\mu\text{F}$

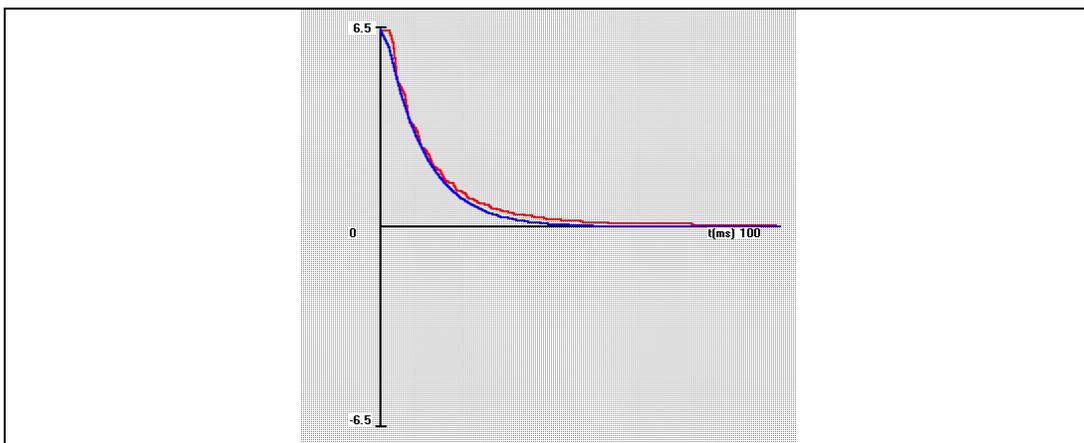
Voltaje real de la fuente: 6,45 V

63 % de la tensión = 4.063 V

Constante de tiempo:

real  $\rightarrow$  25 ms

ideal  $\rightarrow$  22 ms



Descarga de un capacitor a través de una resistencia

Resistencia:  $100\Omega$

Capacitor:  $100\mu\text{F}$

Voltaje real de la fuente: 6,45 V

63 % de la tensión = 4.063 V

Constante de tiempo:

real  $\rightarrow$  6.3 ms

ideal  $\rightarrow$  10 ms

## 6. CONCLUSIONES

La evaluación de los informes demuestra que los alumnos logran resolver satisfactoriamente las actividades propuestas en su mayoría en la primera entrega del informe. Se destaca que este trabajo se realiza sobre el final del cuatrimestre y que los estudiantes ya están habituados con nuestra metodología de trabajo.

Siendo que la comparación entre el modelo ideal y la experiencia real enriquece el análisis y hace a un problema específico de la Física, se propuso incorporar una simulación computacional a la pantalla que ofrece el laboratorio remoto de modo de disponer de la misma superpuesta a la gráfica real. Esto se encontrará disponible a la brevedad.

Para hacer realidad la flexibilidad del acceso al laboratorio se planificó para el próximo año la entrega de una guía con la actividad a realizar y unas breves instrucciones de uso del laboratorio a los fines de que cada alumno pueda hacer el trabajo desde la sala de computación de la facultad o desde su casa en día y horario que desee. De esta forma liberamos horas de clase para otras prácticas de laboratorio presenciales.

Para los alumnos constituyó el primer contacto, dentro de sus estudios universitarios, de control a distancia de una experiencia, hecho que los relaciona con una tecnología que es de aplicación actual en la industria.

Desde la realización de esta experiencia a la fecha, la página del laboratorio se ha enriquecido con instrucciones de uso, explicaciones, disponibilidad de acceder al software requerido para el funcionamiento, flexibilidad de las coordenadas de las gráficas, etc.

El laboratorio está disponible las 24hs. Del día, todos los días del año y puede ser utilizado por cualquier persona. Ha sido utilizado por alumnos de la misma Facultad de Ing. Química y estamos promoviendo su utilización a otros centros educativos.

Seguimos trabajando en la mejora de esta metodología que consideramos innovadora y que posibilitará a muchas instituciones el acceso sin costo a experiencias físicas reales, que requieren de equipamiento de cierta complejidad que no todos disponen.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Gewer, A. (2007). Internet en las situaciones de enseñanza y aprendizaje. Universidad de Santiago de Compostela, Curso Enseñanza y Aprendizaje. Maestría en Procesos educativos mediados por tecnologías. Universidad Nacional de Córdoba.
- Litwin, E. (2005). Tecnologías educativas en tiempos de Internet. Buenos Aires, Argentina. Amorrortu editores.
- Area Moreira, M. (2007) “Los medios de enseñanza: conceptualización y tipología”. en Cátedra Tecnología educativa Universidad de La Laguna. Curso Enseñanza y Aprendizaje. Maestría en Procesos educativos mediados por tecnologías. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Rodríguez Arocho, W. (2000) “Una aproximación histórico cultural a la revolución cognoscitiva de cara al nuevo milenio” en Educere artículos, año 2, N° 8. Venezuela.
- Rosado, L.; Herreros, J. R. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Third International

Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education (m-ICTE 2005). Badajoz, España.  
<http://www.formatex.org/micte2005/286.pdf>

- Culzoni, C.; Kofman, H.; Lucero, P; Enrique, C.; Carrera, R (2007), Laboratorios remotos en educación: perspectivas para la física básica, XV Reunión de Educación en Física
- [http://globelab.isa.upv.es/pfc\\_site/pfc/Globelab.htm](http://globelab.isa.upv.es/pfc_site/pfc/Globelab.htm)
- <http://fisicavirtual.unalmzl.edu.co/>
- <http://dynamics.soe.stevens-tech.edu/>
- <http://colossrv.fc.u.um.es/rlab/>
- <http://www.dii.unisi.it/~control/act/>