

# Calidad de las interacciones en una propuesta para enseñanza de la física en aula virtual y utilizando un Laboratorio Remoto

## Quality of Interactions during a proposal for teaching physics using a virtual classroom and a Remote Laboratory

**Cecilia Mercedes Culzoni**

Facultad Regional Rafaela  
de la Universidad Tecnológica Nacional  
Santa Fe, Argentina  
E-mail: ceciliaculzoni@gmail.com

### Resumen

En este trabajo se describe el diseño, utilización y evaluación de una propuesta para la enseñanza de la física en aula virtual utilizando un laboratorio real de acceso remoto a través de Internet. Es una propuesta novedosa basada en una concepción constructivista de orientación socio cultural de la enseñanza que incorpora las nuevas tecnologías en su modalidad informativa y comunicativa. En consonancia con esta posición que subyace a la propuesta pedagógica, su evaluación se realiza considerando que la calidad de una propuesta formativa en línea se mide por la calidad de las interacciones que docentes y alumnos mantienen durante la misma. A partir de este análisis se puede concluir la posibilidad valiosa de incorporar al laboratorio remoto como recurso didáctico para el aprendizaje de la física y que aspectos técnicos y didácticos son necesarios tener en cuenta para ello.

### Palabras Clave

Calidad, nuevas tecnologías, física, laboratorio remoto.

### Abstract

In this work the design, use and evaluation of a proposal for the teaching of physics in a virtual classroom using a real remote access laboratory through the internet is described. It is a new proposal based on a constructivist conception of socio-cultural orientation of teaching that incorporates new technology in its informative and communicative modality/approach. In agreement with this position that underlies the pedagogical proposal, its evaluation is done bearing in mind that the quality of an online training is measured by the quality of the interaction that teachers and students have during it. From this analysis, it can be concluded how valuable it is the possibility of incorporating the remote laboratory as a didactic resource for the learning of physics and which technical and didactic aspects need to be taken into account to do so.

### Keywords

Quality, new technologies, physics, remote laboratorie.

Fecha de recepción: abril 2012 • Aceptado: febrero 2013

CULZONI, C. (2013). Calidad de las interacciones en una propuesta para enseñanza de la física en aula virtual y utilizando un Laboratorio Remoto. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 6 (4), pp. 29-43

## Introducción

La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a la enseñanza de la Física se ha producido en general dentro de una modalidad presencial de dictado de esta asignatura. Incluye la utilización de simulaciones computacionales, sensores con placas de adquisición de datos conectados a una PC, filmaciones de movimiento, videos, etc. Numerosas publicaciones dan cuenta de los resultados de estas aplicaciones, que profundizan, en general, una utilización de la versión informativa de las nuevas tecnologías. Como ejemplo se pueden citar las siguientes: «Nuevos diseños de gestión de enseñanza de ciencias en ingeniería integrados con tecnología educativa» (Bosch, et al. 2010). Este trabajo es una recopilación de experiencias con sensores y placas de adquisición de datos para Física, en general mecánica; para Química; Biología y software de Matemática; «¿Cómo contribuyen los medios informáticos a la construcción de los conocimientos y su consolidación?» (Yanitelli, Rosolio, Massa, 2002) y «Un experimento asistido por un sistema informático. Una indagación de relaciones conceptuales en el estudio del movimiento sobre una pista de aire» (Yanitelli, Scanchich, Massa, 2010). Se destacan aportes de investigadores de la Universidad Nacional del Litoral: «Las Nuevas Tecnologías necesitan de la pedagogía. Experiencias en aula y diseños didácticos para circuitos de tipo RC» (Kofman, Culzoni, 2003); «Desarrollo y aplicación de un Sistema Integrado de experimentación y simulación para difracción de la luz.» (Lucero, Kofman, 2003), «El uso de la computadora en las modalidades de simulación y adquisición de datos para el estudio del campo magnético en un solenoide por el que circula corriente continua.» (Giorgi, Cámara, Kofman, 2004).

«Distinguimos dos criterios relacionados con las aportaciones específicas de las tecnologías de la información y de la comunicación. El primer criterio se refiere precisamente a la diferenciación entre la vertiente informativa y la vertiente comunicativa de dichas tecnologías, que si bien cobran sentido global cuando se contemplan de una manera integrada, también realizan sus aportaciones específicas por separado» (Barberá, 2004). En general la función comunicativa se desarrolla en la modalidad a distancia o en una modalidad mixta que combine lo presencial y lo virtual. En los últimos años se han comenzado a publicar algunas experiencias de la aplicación de las TIC en la modalidad a distancia, que posibilitan una aplicación informativa y comunicativa de las mismas. Se pueden destacar las siguientes:

«El desarrollo de prácticas de laboratorio de física básica mediadas por las TICS, para la adquisición y análisis de datos, en una experiencia universitaria con modalidad blended learning» (Ferrini y Aveyra, 2006); «Experimentos remotos de circuitos eléctricos con fenómenos transitorios» (Monje, Kofman, Lucero, Culzoni, 2009). La Tesis de Maestría «Diseño, gestión y calidad de la práctica educativa, para la enseñanza y el aprendizaje de la física básica universitaria con modalidad blended learning» (Aveyra, 2008), son ejemplos de integración de ambas funciones de las nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza de la Física.

El presente trabajo trata acerca de la utilización y evaluación de una propuesta didáctica para la enseñanza de la Física utilizando las nuevas tecnologías tanto en su versión informativa como comunicativa. Se incorpora el laboratorio real de acceso remoto por Internet como recurso didáctico dentro de una plataforma educativa, lo cual permite la realización de experiencias reales desde diferentes sitios. A partir de esta propuesta, durante la investigación se analizan y valoran las interacciones que se concretan durante el proceso de enseñanza y aprendizaje como eje fundamental en el proceso de evaluación de la calidad educativa.

### ¿Qué es un laboratorio remoto?

Un laboratorio remoto es un laboratorio real de acceso remoto a través de Internet. Está constituido por un grupo de experimentos que pueden comandarse a distancia utilizando Internet para ello. «Es necesario diferenciar el concepto laboratorio remoto del término laboratorio virtual, ya que ambos pueden ser incluidos en un concepto más amplio como es el de laboratorio a distancia. El primero se refiere generalmente a ensayos reales implementadas a distancia, mientras que el segundo suele consistir en una colección de simulaciones computacionales (applets), accesibles a través de Internet» (Monje, Kofman, Lucero, Culzoni, 2009).

Este tipo de laboratorios constituyen una propuesta novedosa para la enseñanza de la Física y permiten a escuelas y universidades ofrecer a sus alumnos la realización de experiencias a pesar de no contar con el equipamiento específico dentro de sus instalaciones edilicias. Esta es una de las ventajas fundamentales de los laboratorios remotos, incluso pueden constituirse en verdaderos centros experimentales para optimizar recursos económicos y ser aprovechados por una gran cantidad de usuarios. Algunos inconvenientes pueden ser la falta de contacto físico – manual con la experiencia que se está realizando y la falta de visualización de dicha experiencia. Este aspecto se supera mediante la instalación de una cámara web que permite observar el experimento mientras se está realizando. En relación con el primer inconveniente, es posible considerar que el laboratorio remoto no suplanta a la experimentación presencial, sino que la complementa y constituye una opción válida para implementar propuestas de enseñanza de la física a distancia, contemplando uno de los requisitos fundamentales de esta disciplina como es la experimentación.

El laboratorio remoto que se encuentra en desarrollo en la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral consta actualmente de tres experiencias: un riel que permite el estudio de movimiento de roto traslación de un volante (figura 1); un solenoide para el trazado de un mapa del campo magnético dentro y fuera de él (figura 2); y el estudio en régimen transitorio de circuitos RC, RL y RLC (figura 3).



Fig. 1: riel con volante.



Fig. 2: solenoide.

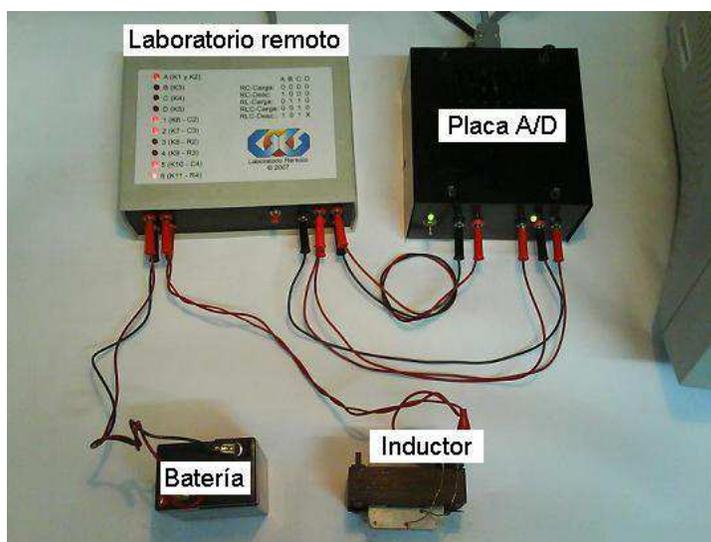


Fig. 3: circuito RLC.

Este laboratorio se utiliza con propuestas presenciales en la propia Facultad de Ing. Química, desde la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional y se ha utilizado en un curso para docentes de Física en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto y en otras Universidades del país.

### Enfoque Pedagógico

El enfoque pedagógico que sustenta esta propuesta está basado en el constructivismo de orientación socio cultural, entendiendo que la construcción del conocimiento se realiza en forma interactiva entre estudiantes, entre estudiantes y docentes y a su vez, ambos interactuando con los recursos educativos. La tecnología opera como mediadora en este proceso de enseñanza y aprendizaje. Según Kaplun (2005) en la actualidad se pueden distinguir, tres tipos de enfoques pedagógicos:

- «Enfoques tradicionales transmisivos, centrados en los contenidos».
- «Enfoques conductistas, centrados en los estímulos y los efectos».
- «Enfoques crítico-dialógicos, centrados en los procesos y la construcción colectiva de saberes».

Teniendo en cuenta la ubicación dentro del constructivismo de orientación socio cultural, se adopta el enfoque **crítico-dialógico**, centrado en la construcción colectiva de saberes para el diseño de los recursos didácticos.

«El papel de los materiales educativos en un enfoque como éste, suele ser en primer lugar, «disparador», provocador: que ayude a mirar la realidad y a poner en común los conocimientos y concepciones previas, que problematice y ponga en debate esa realidad, esos conocimientos y concepciones» (Kaplun, 2005).

Dentro de esta posición, el papel del educador no es el de un transmisor de conocimientos, sino el de un organizador del proceso de aprendizaje, de problematizador de la realidad, de orientador en la construcción colectiva de saberes. Por esta razón es que se adopta al Aprendizaje Colaborativo como metodología de trabajo en esta propuesta de aprendizaje de la Física mediada por tecnologías.

### Diseño de la propuesta didáctica

Esta propuesta tiene como objetivo disciplinar una aproximación experimental y de aplicación práctica del estudio de los circuitos eléctricos en régimen transitorio. Para concretar esta experimentación son necesarias ciertas condiciones específicas como disponer de una placa de adquisición de datos analógico digital conectada a una PC con el software correspondiente o bien acceder a un laboratorio remoto para hacerlas a distancia. En este caso en particular se ofrece un diseño didáctico que contempla esta última opción.

Se abordan brevemente las características principales del diseño de este trabajo práctico para el estudio de circuitos RL y RLC en régimen transitorio.

La actividad experimental es fundamental para el aprendizaje de la física, y el sentido de la realización de las experiencias recae fundamentalmente en la problematización de la realidad y cómo esa realidad muchas veces presenta diferencias con los modelos matemáticos que se utilizan para describirla.

Teniendo en cuenta esta premisa, se realizó un diseño enfocado en la resolución de problemas que utiliza al laboratorio remoto de la Facultad de Ingeniería Química, de la Universidad Nacional Litoral (UNL), como recurso fundamental para resolverlos.

### Objetivos

Relacionados con los conocimientos de la asignatura:

- Conocer las leyes que rigen el comportamiento del régimen transitorio de los circuitos eléctricos alimentados con corriente continua.
- Transferir el conocimiento para generar las capacidades de su utilización en la resolución de problemas.
- Obtener las gráficas de la variación de las magnitudes involucradas en los procesos estudiados.

- Comparar los comportamientos reales de los circuitos eléctricos en régimen transitorio con los modelos físicos idealizados de los mismos. Establecer límites de dichos modelos, causas de las diferencias encontradas, incertidumbres en las mediciones realizadas y concluir en las condiciones de factibilidad de aplicación de dichos modelos.

Relacionados con herramientas de aprendizaje

- Utilizar simulaciones computacionales y laboratorios remotos para resolver problemas físicos.
- Operar un experimento remoto real utilizando las tecnologías involucradas en dicho proceso.
- Participar activamente e interactuar con docentes, contenidos y compañeros dentro un aula virtual utilizando las herramientas de comunicación y colaboración.

Relacionados con valores

- Valorar la posibilidad de trabajo colaborativo entre pares a fin de lograr la resolución de los problemas planteados.
- Valorar el uso de la tecnología como mediadora en el proceso de aprendizaje, flexibilizando espacios y tiempos.

### **Destinatarios del proyecto**

Los destinatarios de este proyecto fueron los alumnos de la cátedra Física II que cursaron durante el primer cuatrimestre del año 2011 y pertenecen a carreras de Ingeniería Química, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería Industrial y Licenciatura en Química en la Facultad de Ingeniería Química de la UNL, ciudad de Santa Fe.

### **Tecnologías utilizadas**

- Plataforma educativa Moodle, de uso libre y gratuito
- El laboratorio remoto de la Facultad de Ingeniería Química de la UNL.

### **Contenidos**

Conocimientos previos necesarios:

- Ecuaciones diferenciales.
- Ley de Ohm.
- Leyes de Kirchhoff.
- Electrostática: capacitores.
- Magnetismo: inductancia.
- Conceptos teóricos sobre el funcionamiento en régimen transitorio de circuitos eléctricos.
- Manejo de Internet, conocimientos básicos de Windows.

Los contenidos específicos de Física ya fueron abordados dentro de la misma asignatura con anterioridad. El caso de ecuaciones diferenciales corresponde a la currícula de matemática, desarrollada previa al cursado de esta asignatura. Los conocimientos específicos de computación son básicos y cualquier alumno universitario los conoce al momento del cursado de la asignatura Física II.

### **Nuevos contenidos a desarrollar:**

- Experiencias en régimen transitorio de los circuitos RL – RLC, alimentados con corriente continua.

- Análisis de curvas, influencia de las diferentes variables en el comportamiento del circuito.
- Amortiguamiento en circuitos RLC y causas no comprendidas en los modelos físicos ideales.

### Actividades

Las actividades que se proponen se realizan en grupos de dos o tres alumnos cada uno. Esto se acordó con los docentes del curso entendiendo que es una forma de promover una mayor participación y compromiso de todos, dentro de una experiencia novedosa tanto para docentes como para estudiantes. Se diseñaron dos tipos de actividades o tareas, las obligatorias y las no obligatorias.

#### Actividad obligatoria N°1:

Esta actividad consiste en la resolución de problemas relacionados con un circuito RL, seleccionando valores de resistencias disponibles en el laboratorio remoto para obtener una tabla de datos y curvas a partir de dichos valores.

#### Actividad obligatoria N°2:

Esta actividad se realiza armando con los elementos disponibles en el laboratorio un circuito RLC y obteniendo luego varias curvas de oscilaciones electromagnéticas con diferente amortiguamiento.

#### Actividad obligatoria N° 3

Se desarrolla en un foro de discusión en el cual se debate acerca de las diferencias encontradas entre una curva de simulación de un circuito RLC y la curva real obtenida con los mismos parámetros para dicho circuito. Este foro se presenta por grupos y los docentes pueden participar en caso necesario. Esta actividad requiere de un mayor análisis teórico y conceptual, lo que presenta un grado de dificultad más avanzado para los alumnos.

La evaluación de las dos primeras tareas se realiza solicitando a los estudiantes un informe escrito de cada una de ellas, y la tercera se evalúa mediante el seguimiento de la discusión en el foro.

### Diseño del Aula Virtual

Para el diseño del aula virtual, se decidió utilizar una plataforma de aprendizaje Moodle, por las siguientes razones: Moodle es un entorno de software libre y gratuito con posibilidades de establecer comunicación y colaboración entre los participantes del curso. Además se contaba con experiencia previa en el diseño de aulas virtuales en esta plataforma.

### Bloque central: contenidos fundamentales

El bloque central, donde se ubican los contenidos fundamentales, está dividido en cinco partes. La primera es la presentación del curso y del laboratorio remoto, donde se puede ver, en primer lugar, una sucesión de imágenes relacionadas con esta propuesta y un video sobre el laboratorio remoto que muestra sus características principales. También se encuentra la sección de presentación.



Fig. 4: primer cuadro del bloque central.

En el segundo cuadro del bloque central, se ofrece un video tutorial del uso de la plataforma Moodle y otro sobre el laboratorio remoto. En el tercer bloque se ofrecen las palabras de bienvenida, los objetivos del curso y otras explicaciones. Se habilitan varios foros de consultas y comunicación y se accede a la sala de chat.

La sección siguiente está dedicada a todos los recursos didácticos y bibliografía que se ofrecen a los estudiantes para realizar las actividades propuestas. Estos recursos consisten en documentos con textos de autores reconocidos disponibles en Internet, simulaciones computacionales de los fenómenos físicos estudiados y el acceso al laboratorio remoto.

La última sección del bloque central corresponde a las actividades de aprendizaje propuestas. En este caso se incorporó también la encuesta a los estudiantes que fue utilizada para la evaluación del uso del aula virtual.

### **Bloques laterales**

En estos bloques Moodle permite agregar información complementaria, a la vez que posibilita el acceso a los recursos bibliográficos, tareas y foros desde otros sitios. Se utiliza este espacio para ubicar videos instructivos sobre el funcionamiento del aula virtual en sus aspectos generales, relacionados con el envío de mensajes y la utilización de los foros de discusión. De esta forma se cumple con la necesidad de formación acerca del uso de las herramientas de comunicación y colaboración. El aula también ofrece información al usuario sobre los participantes del curso, mensajería, usuarios en línea, permite el acceso a Wikipedia, diccionario de la Real Academia y Youtube.

En este diseño se han incorporado varios foros de discusión, ya que se considera que ésta es una buena herramienta para el diálogo, la socialización de dudas y respuestas y la colaboración entre los participantes.

El foro de la actividad 3 se presenta a los estudiantes para que lo utilicen por grupos, cada grupo tiene su espacio de discusión, pero cualquiera puede acceder para leer el contenido de los otros grupos. En este caso se privilegia la comunicación y la colaboración.

El acceso al laboratorio remoto, herramienta fundamental del curso, se puede realizar desde el bloque central número 3, desde el bloque lateral izquierdo en la sección de recursos, o desde cada una de las actividades de aprendizaje con un link específico. De esta forma se trató de facilitar esta tarea. Además los usuarios pueden acceder al laboratorio remoto desde su página principal, fuera de esta aula virtual, en este caso el acceso no queda registrado por la plataforma Moodle.

### **Metodología de la investigación**

Esta investigación combina métodos cualitativos y cuantitativos con el objetivo de integrar y comparar resultados. Se trata de valorar como se desarrolló la interacción y colaboración entre los estudiantes, que ayudas recibieron de los profesores y sobre qué temas se concretó la comunicación.

Se realizó una intervención en el proceso de aprendizaje mediante la inserción de esta propuesta educativa novedosa que utiliza un laboratorio remoto desde un aula virtual. Para ello fue necesario un acuerdo con docentes y alumnos, de modo de lograr su colaboración. «Una investigación cobra sentido en la medida en que la producción de conocimiento educativo compromete una participación activa tanto de los investigadores como de los actores que configuran los escenarios sobre los cuales se investiga» (Sverdlick, 2007). Este compromiso de las partes conduce a la necesidad de contar con el apoyo y participación activa de docentes y alumnos, para llevar adelante el trabajo

### **¿Cómo evaluar la calidad de la propuesta?**

«La calidad de los contextos o entornos educativos que median las TICS se mide por la calidad de la interactividad profesor- alumno-contenidos de aprendizaje y más concretamente, por la calidad de las ayudas educativas que se desarrollan para sostener, orientar y guiar la actividad constructiva del alumno para apropiarse de los contenidos.» (Barberá, 2004). De esta manera evaluar la calidad de la propuesta educativa se traduce en la evaluación de las interacciones que dentro de ella y a partir de su diseño tecnológico y pedagógico se concreten. Se tomó como definición de calidad la que consiste en «Centrar el estudio de la calidad en la manera en que profesores y alumnos usan en la actividad conjunta las TICS para mediar y transformar los procesos psicológicos que intervienen en la construcción del conocimiento» (Coll, Maurí, Onrubia, 2008).

Se adoptó la metodología propuesta por estos autores y los instrumentos diseñados por ellos con las adaptaciones necesarias del caso.

En este sentido es conveniente destacar dos conceptos importantes y que no se relacionan necesariamente de manera lineal, ellos son:

- **Interactividad tecnológica:** el estudio de la interactividad que se produce en entornos o situaciones de enseñanza y aprendizaje mediadas por TICs necesita del análisis de la interactividad tecnológica, es decir, cómo inciden las herramientas tecnológicas presentes en dicho entorno en la forma de organización de la actividad conjunta y «a través de ella en los procesos y mecanismos de influencia educativa que el profesor pueda utilizar para orientar y guiar el proceso de construcción de conocimiento de los alumnos» (Coll, Mauri, Onrubia 2008).
- **Interactividad pedagógica:** es necesario también contemplar la incidencia que el diseño didáctico tiene en la interactividad que es posible concretar entre profesores y alumnos, en entornos o situaciones de aprendizaje mediadas por tecnologías. Por lo tanto se llama interactividad pedagógica a la que es posible concretar a partir del diseño didáctico que guía el proceso de enseñanza y aprendizaje, teniendo en cuenta cómo se organiza la actividad conjunta en dicho proceso y cómo se concreta la influencia educativa.

Para poder valorar adecuadamente la interacción, tanto pedagógica como tecnológica, es necesario diferenciar dos planos de análisis. Uno es el plano del diseño de la propuesta, donde se evalúan las posibilidades o potencialidades que ofrece ese diseño, tanto desde lo pedagógico como desde lo tecnológico. A esta instancia se la denomina interactividad tecnopedagógica potencial o del diseño y refiere a las maneras de organizar la interactividad que en teoría el diseño pedagógico permite y que desde las posibilidades tecnológicas es posible que aparezca durante el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El otro plano de investigación es el que corresponde a la interactividad real que se produce durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. El diseño tecnológico – pedagógico de la propuesta didáctica, que podríamos definir como diseño tecno-pedagógico, no determina linealmente la real interactividad que profesores y alumnos concreten durante dicha propuesta.

Esta actividad real que se lleva a cabo durante el proceso de aprendizaje, está condicionada por la interpretación que los actores realizan de la propuesta y las modificaciones que introduzcan en la misma. Se entiende entonces que la interactividad real refiere a «las formas en que realmente se organiza la interactividad a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje tal y como se desarrolla efectivamente» (Coll, Mauri, Onrubia 2008).

Establecidos estos dos planos de investigación, se definieron dimensiones y subdimensiones que permitieron realizar una detallada valoración tanto de las potencialidades del diseño didáctico, como de lo que realmente ocurrió luego.

### **Plano 1: Interactividad tecnopedagógica potencial**

*Dimensión 1:* Las actividades de enseñanza y aprendizaje.

*Dimensión 2:* Las ayudas a concretarse durante el transcurso del proceso formativo a los alumnos y colaboración entre alumnos.

*Dimensión 3:* La comunicación a concretarse entre profesores y alumnos o entre alumnos en el proceso formativo en línea.

### **Plano 2: Interactividad tecnopedagógica real**

*Dimensión 1:* Las actividades de enseñanza y aprendizaje (E y A).

*Dimensión 2:* Las ayudas concretadas durante el transcurso del proceso formativo a los alumnos y colaboración entre alumnos.

*Dimensión 3:* La comunicación concretada entre profesores y alumnos o entre alumnos durante el proceso formativo en línea.

Los instrumentos utilizados para concretar la investigación fueron los siguientes:

Dentro del Plano 1, el de la interactividad tecnopedagógica potencial: entrevista semiestructurada al diseñador y administrador el Campus Virtual de la Facultad Regional Rafaela de la UTN para evaluar las posibilidades del diseño tecnológico. En relación con la evaluación del diseño pedagógico, se encomendó esta tarea a una evaluadora externa que utilizó una pauta de calidad con todas las subdimensiones y dimensiones definidas para tal fin.

Dentro del plano 2, el de la interactividad tecnopedagógica real: cuestionarios a los estudiantes y profesores que participaron en esta experiencia educativa y una pauta de calidad basada en los datos arrojados por el aula virtual. Moodle, que provee una información detallada de lo ocurrido

durante el proceso de aprendizaje, como ingresos a los recursos, participación en foros y chat, mensajes enviados y recibidos, tiempos de permanencia en cada lugar del aula, etc. También se tuvo en cuenta el discurso de las participaciones en los foros.

## Resultados obtenidos

### Plano del diseño

En relación con el plano del diseño tecnológico y pedagógico de la propuesta formativa en línea, y teniendo en cuenta la pauta completada por la evaluadora externa y la entrevista realizada al administrador del campus virtual, es posible afirmar que existe una concordancia entre ambos diseños, tecnológico y pedagógico en relación con el objetivo de propiciar un aprendizaje colaborativo que valore y promueva la interactividad.

La mayor parte de las herramientas de comunicación y colaboración disponibles en el campus fueron utilizadas desde el diseño didáctico para ponerlas a disposición de alumnos y profesores. El diseño tecnológico es más amplio y habilita la utilización de otras opciones de comunicación y colaboración que en esta propuesta formativa no se incorporaron específicamente.

Se utilizaron todos los sistemas de símbolos y lenguajes disponibles para presentar la información, contenidos y tareas ya que el aula virtual ofrece videos, imágenes fijas, simulaciones, textos, lenguaje matemático, gráfico y acceso a un laboratorio remoto.

Ambos diseños se fundamentan en la teoría del constructivismo de orientación socio cultural, propiciando la participación de estudiantes y profesores, la comunicación y colaboración a través de las diferentes herramientas disponibles.

### Plano de la real utilización de la propuesta formativa en línea

Se presentan los resultados obtenidos en este plano con mayor detenimiento abordando cada dimensión de investigación por separado y dentro de ella los resultados que arroja cada instrumento de investigación. Finalmente se realiza la triangulación de la información.

Dimensión 1: Las actividades de enseñanza y aprendizaje.

Resultados obtenidos con el instrumento: pauta de calidad completada con los datos del aula virtual

a) Respecto de la realización y tipo de las actividades de enseñanza y aprendizaje.

De las cuatro actividades propuestas, tres eran obligatorias y una optativa. Solamente el 17% de los grupos realizó la actividad de carácter optativo. Respecto de las actividades obligatorias, el 58% de los grupos realizó el 100% de las actividades y el 42% restante realizó el 75% de ellas. Dentro de este porcentaje se han tomado los grupos que realizaron la actividad de discusión en el foro de forma incompleta, ya sea por no completar esa discusión o no arribar a conclusiones finales.

b) Respecto de los procedimientos para realizar las actividades

La segunda subdimensión es la que evalúa los procedimientos utilizados en la realización de las tareas o actividades. Se tuvo en cuenta si los alumnos accedieron al laboratorio remoto desde el aula virtual, o bien lo hicieron por fuera del aula o con el nombre de otros compañeros. También si realizaron la actividad de discusión en el foro, o la realizaron durante una reunión presencial y luego subieron las conclusiones.

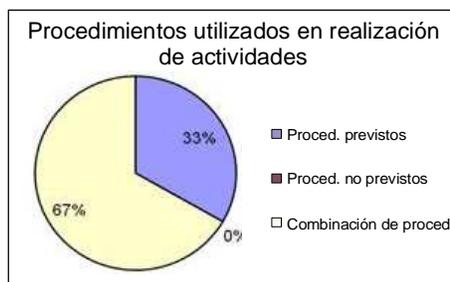


Figura 5: procedimientos usados en la realización de las actividades.

c) Respetto de los recursos didácticos utilizados.

La tercera subdimensión de esta sección valora la utilización de los recursos disponibles en el aula virtual para la realización de las actividades. El recurso laboratorio remoto fue utilizado por todos los grupos de estudiantes, aunque hubo algunos problemas de conectividad durante los fines de semana. Se ofrece un gráfico con los porcentajes de grupos que utilizaron los diferentes recursos:

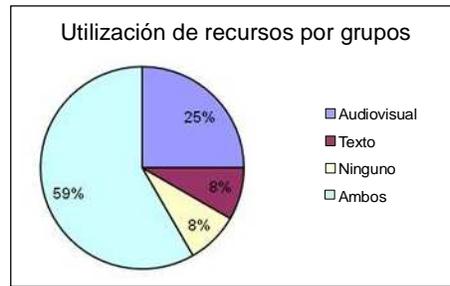


Figura 6: utilización de los recursos por grupo.

**Resultados obtenidos con el instrumento: encuesta realizada a los estudiantes.**

La encuesta fue individual y se envió a todos los estudiantes que participaron de la experiencia, de un total de 34 alumnos respondieron la encuesta 16.

En primer lugar se hicieron algunas preguntas relacionadas con la experiencia previa de cada uno con las nuevas tecnologías, específicamente en aula virtual y con un laboratorio remoto. También se preguntó si tenían experiencia en trabajo en grupo. Los resultados obtenidos nos informan que más de la mitad de los estudiantes tenía experiencia previa en trabajo con nuevas tecnologías en general, pero nadie había trabajado en un aula virtual y solamente un 6% conocía el laboratorio remoto. Todos confirmaron haber trabajado en grupo.

a) Respetto de las preguntas relacionadas con la primera sub dimensión, la realización y tipo de actividades de aprendizaje, se obtuvieron los siguientes resultados:

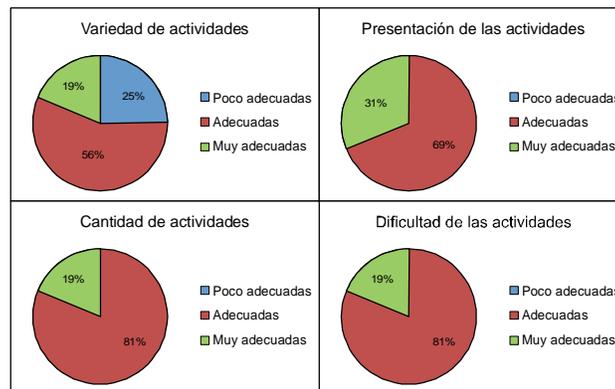


Figura 7: opiniones de los alumnos sobre las actividades.

En general podemos decir que los alumnos consideraron adecuadas tanto la cantidad, la presentación, la variedad y la dificultad de las actividades de aprendizaje propuestas.

b) En relación con la segunda subdimensión, que evalúa los procedimientos utilizados para la realización de estas actividades, se preguntó a los alumnos si tuvieron dificultades técnicas en diferentes aspectos, se presentan los resultados obtenidos:

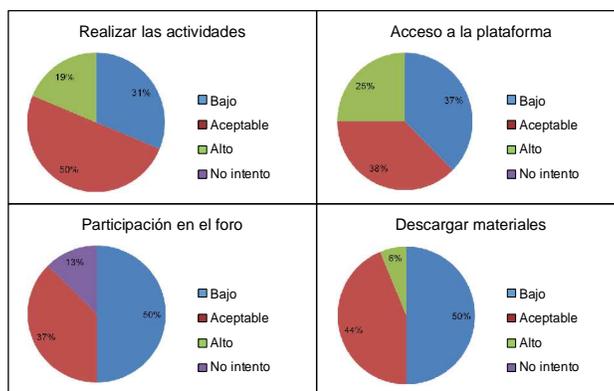


Figura 8: opinión de los alumnos sobre las dificultades tecnológicas para la realización de diferentes actividades.

Respecto de la participación en el foro de discusión, que era una de las actividades, encontramos que siete de 12 grupos no dio esa discusión en el foro con el procedimiento previsto. Sin embargo la mayoría de los alumnos manifestaron que la participación en el foro no ofrecía dificultades técnicas, por lo cual se descarta este aspecto como causa de la falta de participación.

Evaluando las respuestas cualitativas que dieron los alumnos es posible apreciar que dentro de una modalidad presencial de cursado de la carrera en general y de la materia en particular, la incorporación de esta forma de participación virtual dificultó, según ellos, la comunicación. Desde el sector estudiantil se aluden causas de «falta de costumbre», «demora en las respuestas», dificultad para mantener una «conversación fluida», «los trabajos grupales con las personas en el mismo sitio son más convenientes».

Estas son algunas de las respuestas textuales obtenidas en las encuestas. También se argumentó en este sentido que «a veces se hace muy difícil la comunicación escrita, muchas veces es mejor la oral», «la organización se dificulta».

Considerando la subdimensión que valora la utilización de los recursos didácticos, es posible afirmar que el 94% de los alumnos consideró que la propuesta de recursos didácticos y la variedad de materiales multimedia fue buena o muy buena. El 75 % dijo que el grado de dificultad técnica de acceso a los recursos le resultó bajo o aceptable. Es posible pensar entonces que el escaso uso de los recursos didácticos ofrecidos no respondió a dificultades técnicas para su acceso, ni a que éstos pudieran ser considerados de escasa calidad o poca variedad. Es quizás más conveniente relacionarlo con una cuestión cultural que privilegia el uso de materiales didácticos convencionales como los ofrecidos por la cátedra en forma previa.

El laboratorio remoto fue el recurso por excelencia de esta propuesta educativa, los estudiantes opinaron respecto de la facilidad de acceso:

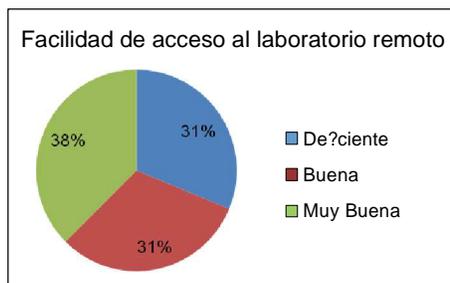


Figura 9: opinión de los estudiantes sobre la facilidad de acceso al laboratorio remoto.

Es de destacar que durante el transcurso de este trabajo práctico y ajeno totalmente a esta planificación, hubo tareas de mantenimiento eléctrico en la facultad que mantenían desconectado el laboratorio remoto durante los fines de semana.

**Resultados obtenidos con el instrumento: entrevista a docentes del curso.**

Los profesores que participaron en la experiencia informaron que los alumnos utilizaron parcialmente los recursos disponibles, lo cual coincide con la información obtenida por la plataforma. Esta utilización permitió, sin embargo, alcanzar los objetivos propuestos.

Los docentes también expresaron que a los estudiantes les resultó algo difícil ubicarse en la situación de aprendizaje virtual. Nadie tenía experiencia previa en este tipo de aprendizaje, ni alumnos ni profesores, lo que dificultó un poco la adaptación a esta nueva forma de enseñar y aprender. A pesar de estas dificultades, se considera que se logró un espíritu de colaboración, y que en muchos casos hubo interés en acceder a una forma nueva o distinta de aprender y de enseñar.

Dimensiones 2 y 3: las ayudas proporcionadas durante el transcurso del proceso formativo a los alumnos y colaboración entre alumnos.

Resultados obtenidos con el instrumento: pauta de calidad del uso de la propuesta formativa en línea completada con los datos de la plataforma Moodle.

Solamente un grupo solicitó ayuda al profesor sobre contenidos del curso, pero varios grupos recibieron ayuda del profesor a través de su intervención en el foro de discusión.

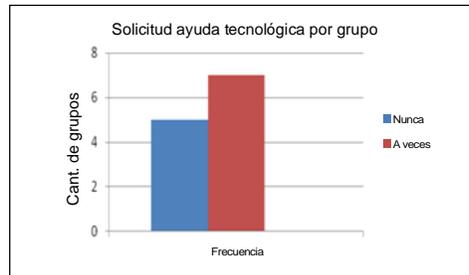


Figura 10: solicitud de ayuda tecnológica por grupos.

El docente intervino promoviendo la discusión en aquellos grupos que la comenzaron y colaboraron en forma conjunta en la construcción de conceptos. Aquí puede observarse el concepto de «la ayuda desarrollado por Javier Onrubia cuando dice «Ayudar al aprendizaje virtual, por tanto, no es simplemente una cuestión de presentar información o de plantear tareas a realizar por parte del alumno. Es, esencialmente, seguir de manera continuada el proceso de aprendizaje que éste desarrolla, y ofrecerle los apoyos y soportes que requiera en aquellos momentos en que esos apoyos y soportes sean necesarios» (Onrubia, 2005). Algunos grupos de estudiantes solicitaron ayuda tecnológica en forma específica a la tutora del aula virtual y todos la recibieron a través de los foros que permitieron socializar este tipo de ayuda.

Las herramientas más utilizadas para la comunicación al solicitar y prestar ayuda fueron el correo electrónico y el foro de discusión como se muestra en el siguiente gráfico.

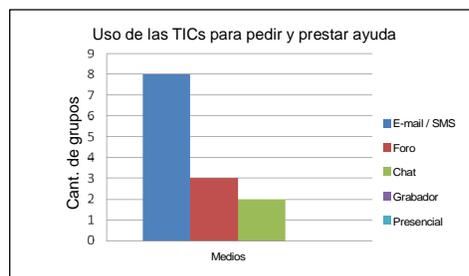


Figura 11: uso de las TICs para pedir y prestar ayudas.

Se analizó también cómo se realizó la colaboración entre alumnos, que herramientas utilizaron y sobre qué temas se concretó.

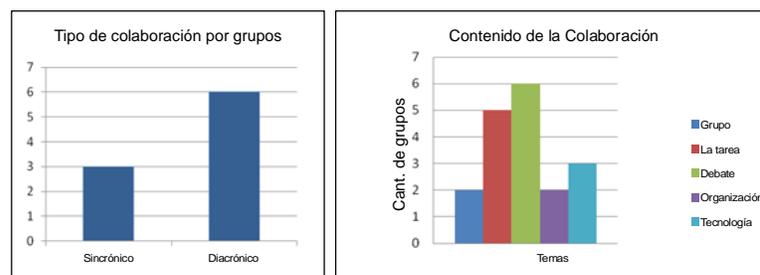


Figura 12: tipo y contenido de la colaboración entre los estudiantes.

El contenido de la colaboración se centró en el tema de debate propuesto en el foro y en la tarea correspondiente a la actividad obligatoria N° 3. Si bien no todos los grupos dejaron registrado su debate en el foro, aproximadamente la mitad de ellos lo hicieron y el resto subió un documento con conclusiones.

Dentro de la comunicación diacrónica, la mayoría de los grupos se centró en la tarea, pudiendo gestionar una cadena de comunicación. Algunos grupos concretaron una escritura colaborativa donde se consideraron los aportes anteriores para definir conceptos emergentes.

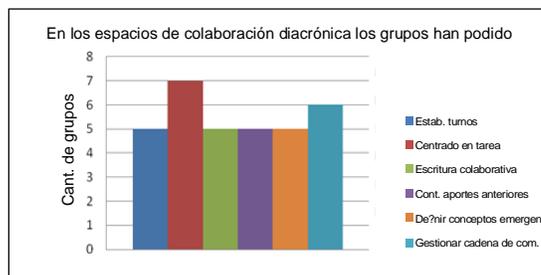


Figura 13: actividades que pudieron lograrse en los espacios de colaboración.

Solamente dos grupos utilizaron el chat como medio de comunicación, uno de ellos pudo construir colaborativamente conocimientos, definir conceptos y gestionar una cadena de comunicación centrados en la tarea. El otro grupo utilizó esta herramienta para organización interna y algún tema relacionado con la tarea pero no concretó construcción de conceptos y elaboración de los aportes de cada uno.

**Instrumento: encuesta realizada a los estudiantes**

Según los estudiantes, la mayoría de ellos recibió la información relacionada con los objetivos, contenidos y materiales del curso del aula virtual o del tutor a cargo del seguimiento de la misma. Esta información pudo verificarse al investigar en los registros de Moodle, ya que es posible obtener un informe detallado de la actividad de cada estudiante.

Los siguientes gráficos muestran que los alumnos dicen haber recibido ayuda para resolver problemas técnicos y/o utilizar las herramientas de comunicación, del tutor de la plataforma. Más del 30% de los alumnos aseguran haber recibido ayuda en relación con estos aspectos y sobre las actividades de aprendizaje de sus propios compañeros.

El tutor de la plataforma estuvo siempre presente resolviendo en general dificultades técnicas y de funcionamiento de las herramientas del aula, así como las relacionadas con el laboratorio remoto. Se rescata la importancia de esta figura, que desde la bibliografía específica se valora y que en esta experiencia volvió a cobrar significado.

A la pregunta ¿con qué frecuencia has utilizado las siguientes herramientas – espacios de comunicación?, los alumnos respondieron:



Figura 14: frecuencia de uso de las herramientas de comunicación.

**Resultados obtenidos con el instrumento: entrevista semi estructurada a docentes del curso.**

Los profesores coincidieron en que les pareció muy buena la propuesta didáctica que se planificó, especialmente la utilización del laboratorio remoto para la realización de experiencias. Consideraron que esta metodología les permitiría a universidades y escuelas que no disponen de laboratorios o equipamientos realizar experimentos de física en forma real. También piensan que puede ser una forma de implementar una modalidad de cursado de Física semipresencial en el futuro.

Ellos consideraron que la interacción docente – alumno fue menor que la esperada, influyendo en esto la falta de experiencia de los participantes. Una sugerencia de los docentes fue que en el diseño didáctico se planifique día y horario de consulta por chat, como si fuera una horario de consulta

presencial, lo que facilitaría el encuentro entre los participantes. Incluso se propuso una defensa del informe del trabajo práctico utilizando el chat, podría también incorporarse una forma de conversación on line como chat de voz, chat de grupo o conversación vía Skype.

### **Triangulación de la información recogida y conclusiones**

Dentro del plano de utilización de la propuesta formativa en línea, se puede decir que en general concuerdan los datos obtenidos por los diferentes instrumentos de investigación. Tanto docentes como estudiantes afirman que son adecuadas la cantidad, variedad y dificultad de las actividades propuestas, lo que a su vez coincide con la valoración de la evaluadora externa del diseño didáctico.

También se puede concluir que las dificultades técnicas han sido de bajo nivel y que por lo tanto no han constituido un obstáculo para el uso del aula virtual. Los docentes afirman que se han logrado los objetivos propuestos aunque no se utilizaron todos los recursos disponibles y la discusión en el foro pudo registrarse parcialmente. El recurso más importante, el laboratorio remoto, ofreció algunas dificultades técnicas desde su accesibilidad, ajenas a la planificación de este trabajo, lo que condicionó en parte la forma de participación de los estudiantes.

En general se observan coincidencias entre los diferentes instrumentos utilizados para valorar la comunicación y la colaboración durante la propuesta didáctica. Las observaciones de lo sucedido en el aula virtual concuerdan con las aseveraciones de los estudiantes en relación a que el medio más utilizado para la comunicación fue el correo electrónico. La participación en los foros de discusión se concentró en la resolución de la actividad obligatoria N° 3, con algunas intervenciones en el foro de dudas de funcionamiento de la plataforma.

Los datos son coincidentes también en cuanto a la menor interactividad que la esperada entre docentes y estudiantes. No se solicitaron muchas ayudas a los profesores y estos intervinieron solamente en el foro de la tercera actividad cuando en la discusión se comenzaban a construir conocimientos.

Hay concordancia respecto de la colaboración registrada entre alumnos y lo que expresan las encuestas, esta colaboración se centró en los temas específicos del trabajo práctico, debate y actividades propuestas.

#### ***Relación entre ambos planos de investigación.***

Puede decirse que el objetivo propuesto tanto desde el diseño tecnológico como pedagógico, que fue promover las interacciones de calidad entre docentes – contenidos – alumnos y entre alumnos, se cumplió. Todas las acciones registradas y evaluadas confirman esta interactividad mediada por la tecnología.

Cuando se valora el plano del uso real de la propuesta formativa en línea se puede observar que se han producido interacciones entre docentes – contenidos y alumnos y entre alumnos en una medida menor que la que se posibilitaba desde el diseño.

El laboratorio remoto fue utilizado con éxito a pesar de algunas dificultades técnicas, no del instrumento sino de su conectividad externa. Su acceso, manipulación y obtención de resultados resultó adecuado en cuanto a complejidad y dificultad tecnológica para los estudiantes. Se considera que es posible incorporar el laboratorio remoto para la enseñanza de la física básica universitaria en propuestas didácticas, si las mismas contemplan un diseño específico. Las interacciones entre los alumnos y el laboratorio remoto reportan variaciones en relación con su modo de acceso y reflejan el interés de los estudiantes por tenerlo a disposición los fines de semana y en horarios extra clase.

Se puede hablar de una buena interactividad entre los alumnos y la tutora del aula para resolver los problemas técnicos y de uso de las herramientas.

A pesar de que el diseño didáctico – tecnológico propicia la interactividad, los propios docentes reconocen que esta fue menor que la registrada en el aula presencial, y propusieron algunos cambios para mejorarla. Teniendo en cuenta lo dicho hasta el momento es necesario destacar la importancia de haber planteado los dos planos de investigación, desde el diseño y desde el uso real de la propuesta didáctica. Se ha verificado en esta investigación que no existe una relación lineal entre ambos planos, sino que los participantes hacen uso de las herramientas de comunicación de acuerdo a su interpretación y prácticas culturales.

Como conclusión general es posible decir que se pudo concretar una experiencia educativa en aula virtual, utilizando un laboratorio remoto como recurso experimental para la enseñanza de la física básica universitaria en carreras de ingeniería; en la Facultad de Ingeniería Química de la

Universidad Nacional del Litoral. Las interacciones entre alumnos y entre profesores y alumnos fueron positivas y permitieron lograr los objetivos propuestos. .

Se considera que esta experiencia favorece a tres situaciones de aprendizaje novedosas dentro de la enseñanza de la física universitaria en nuestro país, como son el uso de un Laboratorio Remoto para realizar experimentos reales, la posibilidad de generar aprendizajes de física a través de un aula virtual, y la de unir ambas en un diseño como el que se ha desarrollado en este trabajo.

El laboratorio remoto puede ser introducido como recurso didáctico para la enseñanza de la Física, teniendo en cuenta todas las cuestiones técnicas requeridas para que su utilización resulte óptima. El recurso de un aula virtual como complemento de la educación presencial es una posibilidad que merece ser considerada y facilita un aprendizaje más flexible y autónomo. La calidad de las propuestas didácticas que se concreten dependerá de las interacciones que el diseño didáctico – tecnológico posibilite y del uso que los participantes finalmente realicen de este diseño.

## Referencias Bibliográficas

- AVELEYRA, E. (2008). *Diseño, gestión y calidad de la práctica educativa, para la enseñanza y el aprendizaje de la física básica universitaria con modalidad blended learning*. Buenos Aires: Universidad CAECE.
- BARBERÁ, E. (2004). *Pautas para el análisis de la intervención en entornos de aprendizaje virtual: dimensiones relevantes e instrumentos de evaluación* [documento de proyecto en línea]. IN3:UOC. (DiscussionPaper Series: DP04-002) <<http://www.uoc.edu/in3/dt/esp/barbera0704.html>>
- BARBERÁ, E.; MAURÍ, T. y Onrubia, J. (2008). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC*, España: Grao
- BOSCH, H., et al. (2010). *Nuevos diseños de gestión de enseñanza de ciencias en ingeniería integrados con tecnología educativa*, en CUKIERMAN, U. y VIRGILI, J. *La Tecnología Educativa al Servicio de la Educación Tecnológica*. Buenos Aires: Edutecne pp 203-230.
- COLL, C.; MAURÍ, T. y ONRUBIA, J. (2008). *El análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediados por TIC: una perspectiva constructivista*, en BARBERÁ, E. et al. *Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC*, España: Grao.
- FERRINI, A. y AVELEYRA, E. (2006). *El desarrollo de prácticas de laboratorio de física básica mediadas por las NTIC's, para la adquisición y análisis de datos, en una experiencia universitaria con modalidad b-learning*, Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 1. N° 1. pp39 - 46 <http://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/numero-1.htm>>.
- GIORGI, S.; CÁMARA, C. y KOFMAN, H. (2004). *El uso de la computadora en las modalidades de simulación y adquisición de datos para el estudio del campo magnético en un solenoide por el que circula corriente continua*. Memorias del VII Simposio de Investigadores en enseñanza de la Física, La Pampa. Argentina.
- KOFMAN, H. y CULZONI, C. (2003). *Las nuevas tecnologías necesitan de la pedagogía. Experiencias en aula y diseños didácticos con circuitos RC*. Memorias de la XIII Reunión Nacional de Educación en Física, Publicación electrónica en CD Río Cuarto. Argentina.
- KAPLUN, G. (2005). *Aprender y enseñar en tiempos de Internet*. <<http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/kaplun/pdf/cap3.pdf>>
- LUCERO, P. y KOFMAN, H. (2003). «Desarrollo y aplicación de un sistema integrado de experimentación y simulación para difracción de la luz.» *Memorias de la VIII Conferencia Interamericana sobre Educación en la Física*, Ciudad de La Habana, Cuba.
- MONJE, R.; KOFMAN, H.; LUCERO, P. y CULZONI, C. (2009). *Experimentos remotos de circuitos eléctricos con fenómenos transitorios*. Revista Iberoamericana de Informática Educativa, 9, pp 3-9. <<http://161.67.140.29/iecom/index.php/IECom/article/view/13/8>>.
- ONRUBIA, J. (2005). *Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento*. Revista de Educación a Distancia, IV. N° monográfico II. pp 3 -16, <<http://www.um.es/ead/red/M2>>.
- SVERKLICK, I. (2007). *La investigación educativa. Una herramienta de conocimiento y acción*. Buenos Aires: Noveduc.
- YANITELLI, M.; ROSOLIO, A y MASSA, M. (2002). *¿Cómo contribuyen los medios informáticos a la construcción de los conocimientos y su consolidación?* Memorias del VI Simposio de Investigadores en Educación en Física, publicación electrónica en CD. Corrientes, Argentina.
- YANITELLI, M.; ROSOLIO, A y MASSA, M. (2010). *Un experimento asistido por un sistema informático. Una indagación de relaciones conceptuales en el estudio del movimiento sobre una pista de aire*. Memorias del Décimo Simposio de Investigación en Educación en Física, publicación electrónica en CD. Posadas, Argentina.