

# Experimentar con TIC y reflexionar sobre su uso a partir de las apreciaciones de los estudiantes

---

Norah Giacosa<sup>1</sup>, Sonia Concari<sup>2</sup>, Silvia Giorgi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (UNaM), Posadas, Argentina

<sup>2</sup>Facultad Regional Rosario (UTN), Rosario, Argentina

<sup>3</sup>Facultad de Ingeniería Química (UNL), Santa Fe, Argentina

## Resumen

Se presentan resultados de una investigación educativa centrada en las apreciaciones de un grupo de estudiantes universitarios que participaron de una propuesta pedagógica innovadora en la enseñanza del Electromagnetismo y la Óptica. Dicha propuesta integró experiencias en entornos virtuales para ser realizadas con simulaciones computacionales de acceso libre. Del análisis de las respuestas proporcionadas en las encuestas escritas, surge que los estudiantes valoran principalmente el poder comparar los resultados obtenidos analíticamente con los proporcionados por el simulador, comprender mejor los fenómenos y las leyes físicas y experimentar, de manera simulada, con equipamiento de difícil acceso.

*Palabras clave:* Tecnologías de la Información y la Comunicación. Enseñanza de Física. Applet. Universidad.

## Abstract

Results of an educational investigation centred on the appraisals of a group of university students, who participate in a pedagogic and innovative experience developed for Electromagnetism and Optics teaching, are presented. The didactic proposal involved experiences in virtual environments in order to develop them with computational simulations of free access. The analysis of the answers obtained from written surveys show that the pupils principally value the possibility of comparing the results achieved analytically with the ones provided by the software, understanding better the phenomena and the physical laws and experimenting, in a simulated way, with equipment of difficult access.

**Keywords:** Information and Communication Technology. Physical Education. Applet. University

## 1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), entre ellas el acceso a computadoras y conexión a Internet, han abierto nuevas perspectivas en el horizonte de la educación del siglo XXI. A medida que ellas avanzan y se vuelven más omnipresentes, mayores son las aptitudes docentes requeridas para desempeñarse con solvencia en entornos enriquecidos tecnológicamente [1, 2].

Al respecto, la Asociación Internacional para la Tecnología en Educación advertía, en el año 1997, que los docentes deberían “*saber evaluar, seleccionar e integrar curricularmente estos medios en las diferentes áreas y/o niveles educativos*” [3, p.155]. En la Declaración de la Conferencia Regional de Educación Superior para América Latina y El Caribe [4] se afirma que las TIC se expandirán aceleradamente y su uso en los procesos educativos desempeñará un papel preponderante en la formación de competencias de los futuros profesionales. En este mismo sentido, el Informe Final Metas 2021 elaborado por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) en ocasión del debate iniciado sobre la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios, sostiene que las TIC están teniendo un impacto extraordinario en los sistemas educativos y que se espera que su introducción transversal en los procesos de enseñanza y de aprendizaje mejoren los logros educativos del estudiantado [5].

En la República Argentina, la ley Nacional de Educación N° 26.206 instituye el derecho a enseñar y aprender; y establece entre sus fines y objetivos desarrollar las competencias necesarias para el manejo de los nuevos lenguajes producidos por las TIC (Art.11. Inciso m). Asimismo, señala que las TIC formarán parte de los contenidos curriculares indispensables para la inclusión en la sociedad del conocimiento (Art.88) [6].

Ahora bien, la integración curricular de las TIC - entendidas como recursos culturales e instrumentos de

mediación- no puede hacerse de manera descontextualizada, es necesario conocer no sólo cuánto y cómo se interactúa externamente con ellas, sino qué procesos de orden cognitivo superior promueven su uso [7]. Desde una perspectiva similar, Marchiso y colaboradores [8] sostienen que es imprescindible identificar, desde un sistema de valores, la esencia del potencial didáctico del recurso a fin de conocer qué posibilita y/o inhibe en los procesos educativos. Por su parte, Domingo Segovia [3 op. cit.] señala que si las TIC se utilizan sólo para transmitir información totalmente elaborada y para demandar respuestas repetitivas por parte de los estudiantes, reforzarán aún más los modelos escolares tradicionales, predominantemente enciclopedistas y memorísticos, y escasamente críticos, de relacionarse con el conocimiento. Además, Juan Carlos Tedesco advierte que si la introducción de las TIC se realiza por prescripción administrativa o por presiones sociales, económicas, o de imagen, es muy probable que se renuncie a su verdadero potencial educativo [9].

Por otro lado, la presencia de Física en los planes de estudio de la mayoría de carreras científico-tecnológicas evidencia la importancia que tiene esta disciplina, especialmente la actividad de resolución de problemas, en la formación de las competencias profesionales. No obstante, los estudiantes universitarios de los primeros años tienen serias dificultades cuando deben enfrentarse con problemas físicos donde no cabe la mera aplicación de una fórmula. Algunas investigaciones dan cuenta que *“... no se enseña a los estudiantes a enfrentarse y a resolver verdaderos problemas, sino que se les explican soluciones ya hechas, transmitiendo serias deficiencias actitudinales y metodológicas que hacen enormemente difícil que puedan tener éxito ante nuevos problemas”* [10, p.307]. El fracaso generalizado de los estudiantes en la resolución de problemas, demanda re-pensar la didáctica de esta valiosa actividad.

Si bien son numerosos los recursos desarrollados para la enseñanza de Física que posibilitan integrar las TIC, son escasas las comunicaciones de investigaciones educativas que dan cuenta de los usos específicos en situaciones áulicas en unidades educativas en América Latina [11]. Así por ejemplo, del estudio realizado por Vicente Capuano [12], en torno a 48 publicaciones científicas relacionadas con el empleo de las TIC en los procesos de enseñanza en las Ciencias Naturales, durante el período 2000 - 2010, surge que la mayoría de los trabajos relevados describe materiales y presenta estrategias docentes no investigados para la práctica docente y como contrapartida es muy bajo el porcentaje de ellos (17%) que comunica resultados de investigación. Las autoras sostienen que los distintos recursos y estrategias educativas que se diseñen utilizando TIC deberían traducirse en objetos de investigación educativa.

En este contexto, el objetivo que estimuló la elaboración del presente artículo fue compartir con docentes e investigadores las apreciaciones de un grupo de estudiantes universitarios, de carreras de ingenierías, que utilizó simulaciones computacionales de acceso libre en las clases de Física.

Se espera, además alentar a otros colegas a integrar estos recursos didácticos de alto valor educativo a las actividades que se desarrollen en el aula, promoviendo a la vez, la necesaria reflexión crítica que su uso requiere.

En las siguientes secciones se presentan las competencias profesionales de los ingenieros y argumentos acerca de cómo pueden promoverse a partir de la enseñanza de Física, como así también una breve síntesis de los usos más frecuentes de las TIC en ese ámbito. A continuación, se presentan aspectos de la innovación pedagógica implementada que se investiga, el contexto educativo, los aspectos metodológicos de la investigación y los resultados obtenidos. Finaliza con una síntesis del trabajo y líneas de reflexión para seguir profundizando el tema abordado.

## 2. Las competencias profesionales y las TIC en la enseñanza de Física

En la actualidad, para definir el perfil del egresado universitario se recurre a una serie de conocimientos, habilidades, valores y condiciones que se espera posea el profesional al finalizar su carrera. En otras palabras, se definen ciertas “competencias profesionales”. Una competencia es entendida como la capacidad efectiva para realizar una actividad o tarea profesional determinada, que implica poner en acción, en forma armónica, diversos conocimientos (saber), habilidades (saber hacer), y actitudes y valores (saber ser) que guían la toma de decisiones y la acción [1 op.cit., 2 op.cit., 13].

Los alcances profesionales específicos del título de Ingeniero Químico y del Ingeniero en Alimentos, en la República Argentina, se detallan en el Anexo de la Resolución Ministerial N°1232/01. En general, su desempeño abarca algunas funciones tales como: desarrollo, diseño, planificación, organización, construcción, instalación, operación, evaluación y control de nuevos productos integrando recursos humanos, equipamiento, materiales, servicios e información. Cada una de las funciones mencionadas requiere de procesos de identificación de problemas, búsqueda y procesamiento de información actualizada y confiable, establecimiento de criterios, consideración de alternativas, análisis y resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación.

Siendo la Física una ciencia experimental, 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. Por lo tanto, las propuestas didácticas diseñadas y/o seleccionadas para la enseñanza de la Física deben estar en correspondencia con esos procesos.

En el nivel universitario, las estrategias didácticas tradicionales generalmente involucran actividades de dos tipos: trabajo experimental en el laboratorio y resolución de problemas de lápiz y papel. En algunas instituciones, además se realizan prácticas de simulación en entornos virtuales, ya sea utilizando programas comerciales o de uso libre y excepcionalmente, laboratorios remotos.

A través de la realización de experiencias en entornos reales, se persiguen múltiples propósitos: 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 tecnológico. La experimentación es el ámbito propicio donde se puede introducir, explicar y dar significado a conceptos científicos. También posibilita mostrar cómo las ideas abstractas se relacionan con fenómenos concretos, manipular instrumental respetando las instrucciones de uso y las normas de seguridad, desarrollar habilidades cognitivas y competencias motrices, fomentar la capacidad de análisis, crítica, tolerancia y cooperación mediante el trabajo grupal [7 op.cit., 14].

La resolución de problemas es una excelente oportunidad para tomar conciencia de que para su solución se utilizan modelos provisorios de aproximación a la realidad y se elaboran hipótesis que deben ser contrastadas a partir del análisis e interpretación de los resultados obtenidos. En este sentido, la experimentación en entornos virtuales, la cual no debería considerarse sustituta de la experimentación real, posibilitaría desarrollar en los estudiantes las competencias profesionales que requiere el espacio telemático [15].

Estas actividades implican la puesta en escena de distintos tipos de competencias: a) comprender el rol que juegan los modelos en la construcción del conocimiento y en el desarrollo tecnológico, b) comparar los resultados experimentales con los obtenidos a partir del uso de simulaciones; c) usar, manipular y transformar el lenguaje científico específico en todas sus variantes (simbólico, icónico, ecuaciones, gráficos, esquemas, tablas, diagramas, figuras, representaciones a escala, etc.); d) establecer correlaciones entre variables cuantitativas y cualitativas; e) adoptar criterios para evaluar los alcances y las limitaciones del uso de simulaciones para resolver problemas y f) comunicar en forma oral y escrita los

informes del trabajo grupal cooperativo y colaborativo, entre otras.

La utilización de las computadoras en la enseñanza surgió con el nacimiento mismo de las computadoras. De hecho, el avance producido en el intento de hacerlas más “amigables” y el desarrollo de *software* que faciliten su empleo, provienen de las recomendaciones realizadas en las primeras experiencias de uso en la enseñanza [16, 17].

Física es una de las áreas pioneras en explorar las potencialidades de las computadoras para el desarrollo de nuevas metodologías de enseñanza, generando un campo de investigación multidisciplinario donde se conjugan Física, Educación e Informática. La gran cantidad y variedad de aplicaciones que se han desarrollado es muestra de dicha conjunción y producción.

Se sostiene, como lo hacen otros autores, que la adecuada integración curricular de las TIC, en las actividades mencionadas en la sección anterior, puede favorecer el desarrollo de habilidades del pensamiento de orden superior y hacer más fluido el aprendizaje de conceptos físicos [18,19].

El uso de computadoras en Física, es variado, siendo alguna de las utilizaciones más frecuentes: búsqueda de información, comunicación entre profesores y estudiantes, elaboración de informes y presentaciones, utilización de material multimedia, adquisición de datos, etc. Existen dos formas de uso específicas y prometedoras para el aprendizaje de Ingeniería: la simulación y el modelado. Si bien la simulación es siempre la etapa final del proceso de modelización, se hace la distinción porque el estudiante puede ser usuario de las simulaciones elaboradas o puede ser participante activo en el proceso de su elaboración.

En términos generales, las simulaciones son programas de computación que contienen un modelo de un sistema o proceso físico, y que permiten la exploración y visualización gráfica del mismo. Entre las simulaciones empleadas para la enseñanza de la Física se destacan las realizadas en formato de *applets* (*application-let*). Actualmente los *applets* son utilizados por un amplio sector de la comunidad científica que ha contribuido a su difusión aportando una cantidad enorme de recursos desarrollados con ellos.

Los *applets* de uso libre están diseñados para poder ser incrustados en una página web y utilizarse directamente desde la misma, aunque existen algunos autores que autorizan “bajarlos” e instalarlos en computadoras personales, o de Laboratorios de Informática de instituciones educativas, lo cual representa una ventaja importante a la hora de usarlos en aulas que no cuentan con red inalámbrica o conexión a Internet. Las funciones básicas de estas páginas son: proporcionar acceso directo a la información (hipermedios, controles

de navegación, gráficos, esquemas, hipervínculos, ecuaciones, etc.), presentar concurrentemente la simulación y, en algunos casos, asignar tareas a los estudiantes [20, 21].

En la actualidad, el problema no es la ausencia de objetos digitales o la libertad de acceso a ellos lo que dificulta su búsqueda, sino la heterogeneidad utilizada para catalogarlos [22] y la gran cantidad de material disponible en la red que plantea la necesidad de decidir cuáles de ellos se ajustan mejor a las necesidades del contexto en el que se pretende utilizarlos [23].

Pese a lo mencionado, el poder acceder a numerosos materiales educativos no garantiza que éstos sean de calidad [24]. Es de destacar una diferencia importante entre los libros de textos y los contenidos de las páginas y sitios de Internet. Mientras que los primeros se supone que han cumplido ciertas normas de calidad antes de comercializarse, los segundos no requieren ningún tipo de monitoreo antes de formar parte de la *World Wide Web*, y los mecanismos empleados hasta la fecha para recomendarlos resultan insuficientes [25].

## 1 La innovación pedagógica

Desde hace casi una década, se vienen realizando diversas acciones y participando en proyectos de investigación y de extensión universitaria que puedan favorecer la integración de simulaciones computacionales a los procesos de enseñanza y en las actividades de aprendizaje de Física.

En la experiencia de las autoras, la incorporación de *applets* integrados a la resolución de problemas y a la experimentación real ha sido un proceso en el cual, en primera instancia, se buscaron, evaluaron y seleccionaron los recursos que se estimaron potencialmente útiles para la enseñanza de Física. Los tres aspectos fundamentales que guiaron el análisis están relacionados con: información libre disponible en la red global mundial, *software* educativo y materiales curriculares.

Para seleccionar el material disponible en Internet se tuvieron en cuenta: la exactitud de la fuente primaria (identificación del autor y posibilidad de establecer comunicación), fiabilidad del origen (credenciales del autor y pertenencia institucional), objetividad de la información, actualidad (de producción y/o actualización) y accesibilidad a los vínculos o referencias citadas [26].

La selección de *software* educativo contempló componentes técnicas, funcionales y estéticas [27]. Algunas cuestiones técnicas que colaboraron con el análisis fueron: el tamaño del programa (espacio que necesita en el disco rígido, memoria requerida, tiempo de carga, funcionamiento *on line* y/o instalación,

registro de usuarios, etc.), los requerimientos operativos (sistema, plataforma y soporte físico adicional) y la compatibilidad con otros sistemas informáticos. Entre las componentes funcionales analizadas se incluyeron versatilidad (de funciones y de ajuste de parámetros), usabilidad (facilidad de ser aprendido y utilizado), interactividad (interacciones amigables y posibilidad de fácil entrada de órdenes y respuestas), eficiencia (economía en la utilización de los recursos y tiempo de aplicación), recuperabilidad (posibilidad de deshacer una acción una vez reconocido el error) y portabilidad (posibilidad de transportar la información a otros entornos).

Finalmente, la selección del material curricular se realizó atendiendo las siguientes orientaciones: destinatarios, objetivos de la formación pretendidos, contenidos involucrados (conceptuales, actitudinales y procedimentales), tipos de actividades propuestas, recursos necesarios, posibilidad de auto-evaluación, tiempo disponible (fundamentalmente el de la planificación áulica) y contexto socio-cultural donde se pretende introducir [28, 29].

Algunos de los programas de simulación analizados, relacionados con la enseñanza del Electromagnetismo y la Óptica, incluyeron contenidos y/o instrumentos tales como: movimiento de partículas cargadas en campos eléctricos y magnéticos, tubo de rayos catódicos, espectrómetros de masas, ciclotrón, circuitos eléctricos de corriente continua, galvanómetro de bobina móvil, fenómenos de reflexión y refracción en superficies planas y esféricas; y fenómenos de interferencia y difracción [30].

Una vez finalizada esta etapa, se procedió a la elaboración de las Guías de Trabajos Prácticos (TP). Para cada uno de los simuladores se especificaron: contenido conceptual, link o ruta de acceso al simulador, autor del mismo, breve descripción del programa y actividades propuestas.

Las experiencias pilotos realizadas en algunos tópicos, fundamentalmente en aquellos en que la experiencia real no se puede realizar por falta de equipamiento en los laboratorios de Física destinados a la docencia y/o en los que se abordan contenidos de alto nivel de abstracción, han demostrado que su uso favorece la comprensión de los fenómenos físicos abordados y consecuentemente mejora el rendimiento académico de los estudiantes [31].

A partir del ciclo lectivo 2011, con la intención de ampliar el conjunto de actividades de aprendizaje a ofrecer a los estudiantes e introducir recursos didácticos que puedan favorecer la construcción de aprendizajes significativos, se diseñaron 6 Guías de TP con 34 programas de simulación libre, de los cuales 23 se presentan en idioma español y 11 en inglés.

## 2 El contexto educativo

Los estudiantes que participaron de la experiencia didáctica fueron 60 estudiantes que cursaron, durante el año 2011, la asignatura Física II, correspondiente al segundo año de las carreras Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales dependiente de la Universidad Nacional de Misiones. Los contenidos curriculares mínimos de esta asignatura son: Electricidad, Magnetismo, Electromagnetismo y Óptica. La carga horaria es de 112 horas cuatrimestrales. Las clases, según el Régimen de Enseñanza vigente, se clasifican en: Teoría, Coloquio y Laboratorio. En las primeras se desarrollan los fundamentos teóricos de la disciplina, en las de Coloquio se resuelven problemas de lápiz y papel, y en las de Laboratorio se realizan experiencias con equipamiento real. Las últimas dos actividades constituyen los Trabajos Prácticos.

Existen dos instrumentos oficiales, llamados Acta de Regularización y Acta de Promoción, donde al finalizar el cursado se informa la situación de cada estudiante. En la primera -conformada por la totalidad de los estudiantes admitidos en Dirección de Estudios- se asienta si el estudiante es Regular o Libre; alcanzándose la primera condición con la aprobación de los Coloquios y los Laboratorios. En la segunda -constituida por el listado de estudiantes que tienen aprobadas las materias correlativas al inicio del cuatrimestre- se registra la nota de aquellos estudiantes que aprobaron la materia a través de los exámenes parciales de promoción de Teoría. El Reglamento de Cátedra establece que para ser estudiante Regular se debe cumplir con el 80% de asistencia a las clases de Trabajos Prácticos y haber obtenido un porcentaje de 40% de respuestas correctas en los exámenes parciales. Para ser estudiante Regular con Coloquio y/o Laboratorio aprobados, el porcentaje anterior se eleva a un mínimo de 70%. En Coloquio se llevan a cabo tres evaluaciones parciales escritas individuales en las que se abordan dos unidades temáticas en cada una. Antes de cada evaluación, los estudiantes tienen que haber presentado y aprobado los informes grupales de TP correspondientes a las unidades que se evalúan. Para valorar y estimular la realización del TP se acordó que el porcentaje mínimo de respuestas correctas en cada parcial debe ser 70%, pero que en uno de los tres parciales los estudiantes pueden alcanzar ese porcentaje obteniendo un puntaje del 60% en el parcial más un adicional del 10% si tienen aprobados los TP. Existieron 17 estudiantes que aprobaron alguno de los tres parciales con 60% de resolución de problemas individuales más el 10% restante con los informes grupales (5 estudiantes en el primer parcial, 6 en el segundo y el mismo número en el tercero).

Se sostiene, concordando con Hugo Martínez Alvarado [32], que la integración curricular de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje requiere de ciertas condiciones relacionadas con: la infraestructura tecnológica, la provisión de recursos digitales que favorezca el uso de las capacidades instaladas en la institución y las competencias docentes requeridas para su integración pedagógica. A continuación se detallan cada una de ellas.

La institución en la que se desarrolló la experiencia cuenta con un Laboratorio de Informática dotado con 30 PC fijas, conexión a Internet, red inalámbrica, un cañón proyector, pizarras, espacio para computadoras portátiles, escritorio y 70 sillas. Además, cuenta con una Plataforma *Claroline* administrada por docentes y personal técnico del Departamento de Informática. Su estructura básica está organizada por Departamentos y Asignaturas. Cada una de estas últimas constituyen las Aulas Virtuales que son administradas por los docentes responsables de cátedra. Algunas son de acceso libre, otras, si el docente administrador lo desea, son cerradas y requieren que el estudiante se registre.

Es de destacar que parte del equipamiento informático mencionado ha sido ampliado y/o renovado mediante el Programa de Mejora de la Enseñanza de Ingeniería (PROMEI-2005) y el Programa de Mejoras para la Enseñanza de Farmacia y Bioquímica (PROMFYB-2008) subsidiados por la Secretaría de Políticas Universitarias dependiente del Ministerio de Educación de la Nación. Actualmente, existe una decisión política de capacitar a los docentes para el uso de la citada plataforma e impulsar la utilización del Laboratorio de Informática en todas las asignaturas de las carreras que se ofrecen en la institución, intentando superar el imaginario y la tradición institucional que asocia ese espacio físico con “computación, programación, informática”.

En relación con los recursos digitales que favorecieron el uso de las capacidades tecnológicas instaladas, es de mencionar que el equipo de cátedra ha transformado los materiales didácticos en objetos digitales. En el Aula Virtual de Física II, a la cual se accede libremente, se encuentran las presentaciones de las clases de Teoría, las guías didácticas de Coloquio y de Laboratorio. Además, es el medio por excelencia para comunicar todas las novedades relacionadas con el cronograma tentativo de exámenes parciales, las fechas de entrega de informes, etc.

En ella se publicaron las Guías de TP elaboradas y las fechas de entrega de los informes escritos. Antes de que los estudiantes concurren al Laboratorio de Informática para la realización del primer TP, se destinó una clase para mostrar cada uno de los *applets* que utilizarían. Una PC conectada a Internet y un cañón proyector posibilitaron que todo el grupo-clase pudiera ver las animaciones mientras éstas se hacían “correr”. Los

propósitos generales de esta actividad fueron resaltar el/los modelo/s físico/s involucrados en cada uno de los programas y algunas cuestiones técnicas concernientes al manejo de los mismos. Para el resto de los TP, dada la experiencia que ya habían adquirido los estudiantes en la utilización de *applets*, sólo se mostraron algunos de ellos en las clases de Coloquio.

Las experiencias en entornos virtuales se realizaron mayoritariamente en grupos de dos estudiantes, asistidos por uno o dos docentes de cátedra. Los informes se presentaron en forma escrita en grupos de entre 4 y 5 estudiantes. Por último, se evaluaron y se procedió a su devolución.

### 3 Aspectos metodológicos

El proceso de construcción de los resultados presentados aquí ha sido el correspondiente a un estudio de caso con observación participante [33,34]. Una de las autoras, integrante del equipo de investigación, ha desempeñado además el rol de docente del curso.

Se elaboró una encuesta semi-estructurada, con preguntas cerradas de múltiple opción -algunas de ellas con escala tipo *Likert*- y otras abiertas, que fue suministrada a 56 estudiantes al finalizar el cuatrimestre antes del receso invernal.

Las categorías de análisis de la mencionada encuesta incluyeron cuestiones tales como: experiencias previas de los estudiantes relacionadas con el acceso y el uso de las TIC, prácticas anteriores relacionadas con la utilización de simulaciones computacionales en el área de Física o en otras asignaturas, dificultades operativas para acceder a la guía de actividades, opiniones de los estudiantes respecto a la disponibilidad del Laboratorio de Informática y la asistencia del plantel docente para evacuar consultas relacionadas con las actividades encomendadas en los TP de Simulaciones. También se indagó sobre la percepción de los estudiantes respecto de la extensión del TP, la descripción de los simuladores, el tiempo pactado para la entrega de los informes, la redacción de las consignas y problemas solicitados, el tiempo demandado para la realización del TP, la participación grupal, la ponderación de la nota en los parciales de resolución de problemas de lápiz y papel, el lugar dónde realizaron/completaron mayoritariamente el TP y la modalidad preferida para la entrega de informes. Respecto a los simuladores, interesó conocer cómo los estudiantes valoran los aspectos estéticos y el grado de dificultad relacionado con su manejo, como así también cuál consideraban el más agradable y el menos útil. Para valorar los beneficios personales de la utilización de simuladores, se solicitó que los estudiantes calificaran en una escala de uno (mínimo) a cinco (máximo) puntos una serie de afirmaciones. Además, en dicha encuesta se dejó un

espacio para expresar sugerencias, o cuestiones no previstas, para mejorar la implementación de los TP de simulaciones.

Teniendo en cuenta que las opiniones de los estudiantes encuestados están fuertemente influenciadas por el éxito académico obtenido, en la Tabla 1 se indica la situación correspondiente a los resultados de Coloquio del total de los estudiantes incluidos en el Acta de Regularización y de la muestra de estudiantes que respondieron la encuesta. Algunos estudiantes no pudieron ser encuestados; porque estuvieron ausentes el día que se realizó el trabajo de campo, o abandonaron el cursado de la asignatura.

Carrera	N° de estudiantes según Actas de Regularización		N° de estudiantes encuestados			
	Regulares		Libres	Regulares		Libres
	P	NP		P	NP	
IQ	30	6	2	30	6	1
IA	17	4	1	15	4	0
Total	47	10	3	45	10	1

**Tabla 1:** Situación del total de los estudiantes en Actas de Regularización y encuestados correspondiente a Coloquio. Abreviaturas: P: Promocionó, NP: No Promocionó

### 4 Discusión de los resultados

El análisis de las respuestas volcadas en las encuestas arrojó como resultado que el 59% de los estudiantes tiene computadora fija en sus domicilios (transitorios o permanentes) de la ciudad de Posadas; igual porcentaje de estudiantes dice tener computadoras portátiles, el 21% afirma tener ambos equipamientos, el 43% admite tener impresora y el 73% posee acceso a Internet. Todos los encuestados tienen correo electrónico. La gran mayoría de estudiantes (98%) afirmó utilizar el Aula Virtual también en otras asignaturas. La frecuencia con la que los estudiantes revisan la casilla de e-mail es variada: 34% lo hace diariamente, 52% semanalmente, 4% quincenalmente y 10% mensualmente. El 84% de los estudiantes participa en redes sociales, siendo *Facebook* y *Twitter* las más nombradas. Entre otras, menos utilizadas, citan *Badoo*, *My Space* y *Sonico*.

Estos resultados indican, en primer lugar, el acceso a las TIC que tiene este grupo de estudiantes y algunas de las formas en que las utilizan. Es de resaltar que casi las tres cuartas partes de estudiantes encuestados de una universidad, de gestión estatal gratuita, tienen acceso a Internet.

La mayoría de los estudiantes admite no haber trabajado anteriormente con *software* de simulación de fenómenos

físicos (82%), o en otras asignaturas (88%). La experiencia ha sido para ellos innovadora en el área de Física. Los estudiantes dicen no haber tenido dificultades para: acceder al Aula Virtual que aloja las Guías de TP de simulaciones (49 estudiantes), “bajarlas” (50 estudiantes), imprimirlas (44 estudiantes) y visualizar los *applets* (55 estudiantes). Entre otras dificultades, un único estudiante objetó la utilización de simulaciones en idioma inglés.

Con respecto a la disponibilidad de horas del Laboratorio de Informática, un alto porcentaje de estudiantes (82%) estima que fue “suficiente”, existe una minoría para los cuales fue “escasa” (10%) y “excesiva” (4%). Los 2 únicos estudiantes que no respondieron a esta pregunta, en otro de los ítems dicen haber realizado el TP en sus domicilios.

La asistencia del plantel docente para evacuar consultas relacionadas con los TP de simulaciones fue considerada “suficiente” para el 72% de los estudiantes y “excesiva” para un 7%. Existe un 21 % de estudiantes que elige la opción “no puedo opinar porque no la necesité”, denotando este último grupo la autosuficiencia que adquirieron los estudiantes para operar con los *applets* seleccionados.

La extensión de los TP, según las valoraciones realizadas por los estudiantes, fue: “adecuada” para un 68%, “indiferente” para un 25% e “inadecuada” para un 7%. Respecto al tiempo pactado para la entrega del informe escrito, 88% de los estudiantes lo estimó “razonable”, 7% “excesivo” y 5% “insuficiente”.

El 91% de los estudiantes valoró como “suficiente” la descripción presentada de cada simulador al inicio en las Guías de TP. Existe un solo estudiante que la juzga “escasa”, 2 que la conceptúan como “excesiva” y 2 estudiantes admiten: “no las leí completas, sólo leí las actividades que había que entregar”. Las respuestas de estos últimos estudiantes estarían dando indicios del escaso hábito de lectura que poseen los jóvenes universitarios y alertando a los docentes sobre los nuevos códigos de comunicación que las TIC han favorecido. Al ser interrogados sobre las consignas de las actividades y los problemas propuestos para realizar el informe, la mitad de los encuestados las clasificó como “suficientemente claras”, un 34% como “bastantes claras”, un 9% como “muy claras”, 5% como “pocas claras” y 2% como “muy confusas”.

El tiempo demandado para la realización del TP, según la perspectiva de los estudiantes, fue: “razonable” para el 79% de ellos, “excesivo” para el 14% y “escaso” para el 7% restante.

Respecto a su propia participación en la actividad grupal, los estudiantes la evaluaron como: “muy activa” (10 estudiantes), “activa” (40 estudiantes) y “pasiva” (6 estudiantes).

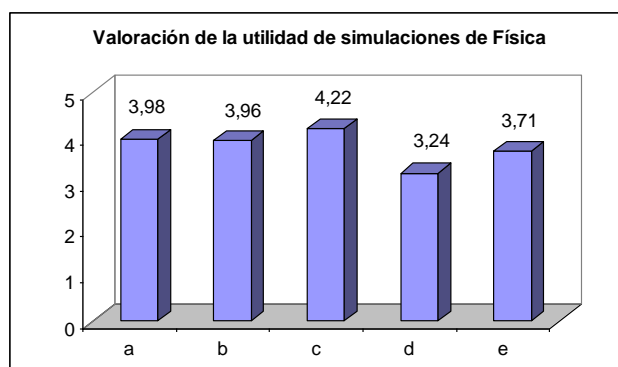
Los lugares donde los estudiantes dicen haber realizado el TP son variados, entre ellos mencionaron “en su domicilio” (64%); “en la casa de un compañero” (21%), “en la Facultad” (5%) y “en locutorios que cuenta con conexión a Internet” (2%). Existen 4 estudiantes que no responden. Estos datos son coherentes con los medios que los estudiantes afirman tener y con la disminución del número de estudiantes que asistía al Laboratorio de Informática a medida que transcurría el cuatrimestre.

La ponderación de los TP en las notas de exámenes parciales de Coloquio fue valorada como “suficiente” por el 91% de los estudiantes encuestados y “excesiva” por el 4%. Existe un 5% de estudiantes que no emite opinión y ninguno la consideró “escasa”.

Prácticamente la mitad de los estudiantes estima que la entrega del informe debió hacerse “por correo electrónico” y la otra mitad cree que la opción adecuada es por “escrito”. Las tres cuartas partes de estudiantes prefieren entregar los informes de los TP en forma “grupal”, el resto desearía hacerlo en forma “individual”.

En la Figura 1 se muestran los promedios de calificaciones, calculados a partir de las valoraciones que otorgaron los estudiantes a la utilización de simulaciones. Cada ítem representa las siguientes utilidades:

- Comprender mejor los fenómenos y las leyes físicas abordadas.
- Experimentar, de manera simulada, con equipamiento de difícil acceso real.
- Comparar los resultados de los problemas de lápiz y papel con los arrojados por los simuladores.
- Resolver los problemas de coloquio con mayor solvencia.
- Interpretar gráficos.



**Figura 1:** Puntajes promedios de las valoraciones de la utilidad de simulaciones de Física según los distintos ítems presentados en la encuesta

Los estudiantes opinaron que el mayor beneficio de las actividades propuestas fue poder comparar los

resultados obtenidos a través de la solución de lápiz y papel de las situaciones problemáticas, con los arrojados por el simulador (4,22 puntos), en tanto que el menor puntaje se registró en la resolución de problemas de lápiz y papel con mayor solvencia (3,24). Si bien a primera vista esto parecería ser una incongruencia, mostraría que los estudiantes valoraron más los procesos que los resultados. La comprensión de los fenómenos físicos, la experimentación en entornos virtuales y la interpretación de gráficos, son procesos importantes que colaboran a otorgar solvencia en la resolución de problemas. En una escala máxima de 5,00 puntos, el promedio de todos ítems citados resultó 3,82, lo que indicaría la toma de consciencia en los estudiantes de la utilidad de los programas de simulación empleados y evidenciaría, de manera indirecta, la complacencia del grupo con la innovación pedagógica implementada.

Respecto al simulador que más les gustó, las opiniones de los estudiantes fueron variadas, algunos citaron un simulador específico reconociéndolo por el fenómeno abordado, o por el autor del *applet*, otros señalaron sus preferencias con el número arábigo que identifica los TP. Los estudiantes, en general, se inclinaron por seleccionar los simuladores relacionados con la Unidad 2: Interacción magnética. En el otro extremo, entre los simuladores que les resultaron menos útiles, figuran los de la Unidad 3: Campos electromagnéticos estáticos. Es de destacar que un número importante de estudiantes afirma que “todos” fueron agradables y tacha o coloca explícitamente “ninguno” en el espacio reservado para los menos útiles. Esto refleja el grado de satisfacción que les produjo la utilización de simulaciones computacionales para el aprendizaje de fenómenos físicos.

Al ser interrogados sobre la necesidad de reformular las Guías de Coloquio, particularmente si debería reducirse el número de problemas que ellas contienen, de manera de poder sostener los TP de simulaciones como una actividad más de Física II, el 63% de los estudiantes responde que “no”. Lo cual indicaría que la mayoría de los estudiantes estima que es posible abordar ambas actividades tal como están planteadas.

Las sugerencias mencionadas para mejorar la implementación de los TP de simulaciones fueron variadas, pero en general hicieron referencia a: la utilidad de la descripción de los simuladores en las clases de Coloquio, la extensión de los TP y los elevados costos que tienen la impresión de los informes escritos. Otros comentarios que denotan el interés y predisposición de los estudiantes hacia el uso de estos recursos fueron: “... *colgar links de simulaciones optativas, y en clase fomentar constantemente su uso ...*”; “... *que los alumnos simplemente hagan y tengan todos hechos (refiriéndose a los TP) para ser evaluados ...*”; “*todo me pareció muy agradable y me gustó*

*mucho*”; y algunos que evidencian el papel preponderante que tiene el tiempo en el proceso de aprendizaje de Física en una materia cuatrimestral, proponiendo: “...*menor cantidad* (refiriéndose al número de actividades realizadas con simulaciones)”; “... *sólo un problema por tema*”, “... *no exigir mucho con simulaciones puesto que a la mayoría de los alumnos les quita tiempo*” y/o “... *reducir la cantidad de simuladores sería mejor, debido al corto tiempo que tiene que ser dividido entre otras materias*”

## 5 Síntesis y reflexiones finales

La breve revisión de los documentos, recomendaciones y/o normativas vigentes relacionadas con el uso de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, con la que se introdujo este trabajo, alertan sobre retos ni siquiera imaginados hace unas pocas décadas.

Interesó particularmente en esta presentación, mostrar cuáles son las apreciaciones de los estudiantes respecto a una innovación pedagógica que introdujo experiencias en entornos virtuales -integradas a la resolución de problemas de lápiz y papel- para ser realizadas con simulaciones computacionales de acceso libre.

De las respuestas dadas por los ellos surge, en primer lugar, que los estudiantes que participan en redes sociales son más que los que afirman contar con conexión a Internet, pudiéndose inferir de esta comparación, que existen estudiantes que aún sin tener los medios necesarios en sus domicilios, se relacionan socialmente haciendo uso de las TIC. Esta predisposición de los jóvenes universitarios puede interpretarse como un aviso a los docentes sobre la necesidad de incluirlas en las actividades de enseñanza y de aprendizaje sin perder de vista el objetivo principal: que los estudiantes construyan conocimiento.

Que la disponibilidad del Laboratorio de Informática haya sido valorada como suficiente para la gran mayoría de estudiantes, refleja la importancia de contar con este espacio físico para realizar la tarea; no obstante, que una minoría estime que fue escasa, plantea la necesidad de continuar en la búsqueda de alternativas que modifiquen esta apreciación.

Por otro lado, las respuestas relacionadas con la asistencia de los docentes de cátedra para evacuar consultas, reflejan que las actividades encomendadas con los *applets* seleccionados pudieron ser resueltas, en gran medida, de manera independiente, lo cual hace evidente que los estudiantes enfrentan al conocimiento desde postulados diferentes al pasado. Entonces; cabe reflexionar: ¿Están los docentes dispuestos a asumir los nuevos roles que requiere el uso de estos recursos? ¿Se diseñan suficientes actividades centradas en los estudiantes para propiciar el “aprender a aprender”?



Algunas características de las Guías de TP, tales como extensión, descripción de los *applets*, consignas de las actividades y problemas propuestos, en términos generales, fueron juzgadas positivamente por los estudiantes. Respecto a los beneficios personales de las actividades desarrolladas, los estudiantes valoran principalmente el poder comparar los resultados obtenidos analíticamente con los proporcionados por el simulador, comprender mejor los fenómenos y las leyes físicas y experimentar, de manera simulada, con equipamiento de difícil acceso.

Casi todos los estudiantes consideran que la ponderación del TP en la nota de los exámenes parciales fue suficiente. Respecto a la forma de entrega del informe del TP, existe una cuarta parte de estudiantes encuestados que desearía hacerlo en forma individual. Desde la postura asumida, la evaluación debe ser coherente con el proceso de enseñanza y las actividades de aprendizaje desarrolladas; y tener en cuenta, además de los resultados finales individuales, el proceso y el trabajo grupal. Esta fue la alternativa que se empleó en el estudio presentado. Pero, que existan algunos pocos estudiantes que admitan haber tenido una participación “pasiva” en el trabajo grupal y un número considerable de estudiantes que desearía presentar informes individuales es preocupante. Disminuir la competencia y el individualismo; y fomentar el compromiso y la honestidad en los trabajos grupales, como así también el “aprender a vivir juntos” son cuestiones imprescindibles en la formación integral de los futuros profesionales, y tareas pendientes para este equipo.

Si la lectura de este trabajo promoviera innovaciones educativas y con ello generara reflexiones para construir alternativas didácticas más acordes a las competencias profesionales que requiere el siglo XXI, el propósito de esta comunicación estaría cumplido.

## Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco de los proyectos de investigación: PICT 2006 - 1327, UNL CAI+D 2009 12/Q255 y UNaM CAI+D 2011 16/Q479.

## Referencias

- [1] OCDE (2010) *Habilidades y Competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE*. Instituto de Tecnologías Educativas. Ministerio de Educación. Gobierno de España. En: [http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/media/blogs/europa/informes/Habilidades\\_y\\_competencias\\_siglo21\\_OCDE.pdf](http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/media/blogs/europa/informes/Habilidades_y_competencias_siglo21_OCDE.pdf) (06/05/2011)
- [2] UNESCO (2008) *Estándares UNESCO de Competencia en TIC para Docentes*. En: <http://www.eduteka.org/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.php> (11/07/2011)
- [3] Domingo Segovia, J. (2002) La utilización educativa de la informática. En Cabrero, J. (Edit.); Salinas, J.; Duarte, A.; Domingo Segovia, J. *Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación*. Síntesis Educación. España.
- [4] CRES (2008) *Declaración de la Conferencia Regional de Educación Superior para América Latina y El Caribe*. Colombia, En: [www.cres2008.org](http://www.cres2008.org) (12/02/2009)
- [5] OIE (2010) *Informe Final Metas Educativas 2021: La educación que queremos para la generación de los Bicentenarios*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, España. En: <http://www.oei.es/metas2021/libro.htm> (06/06/2011)
- [6] Argentina (2006). *Ley Nacional de Educación N° 26.206*.
- [7] Concari, S., Giorgi, S., Cámara, C. y Giacosa, N. (2006). Didactic strategies using simulations for Physics teaching. En *Current Developments in Technology - Assisted Education*. Vol. III, Publisher: FORMATEX, Badajoz, España. pp. 2042-2046
- [8] Marchisio, S.; Concari, S.; Giorgi, S.; Giuliano, M.; Giacosa, N.; Von Pamel, O.; Catalán, L.; Meza, S.; Cruz, R.; Lucero, I.; Aguirre, M.; Kofman, H.; Vázquez, J.; Serrano, G.; Carrei, R.; Cámara, C.; Ronco, J. y Plano, M. (2007) Estrategias y recursos didácticos con empleo de NTICs en una actualización de profesores de Física. *Memorias de EDUTEC 2007*. Buenos Aires. 23 al 26 de octubre. Editado por la Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.
- [9] Tedesco, J. (2000) La educación y las nuevas tecnologías de la información. *IV Jornada de Educación a distancia, MERCOSUR/SUL. IIPE/Buenos Aires*, Argentina.
- [10] Labra, C., Gras-Martí, C. y Martínez Torregrosa, J. (2005). ¿De verdad se enseña a resolver problemas en el primer curso de física universitaria? La resolución de problemas de lápiz y papel en cuestión. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v.27, n.2, pp. 299-308, Brasil.
- [11] Sunkel, G. (2009) Las TIC en América Latina: visión panorámica. En Carneiro, R.; Toscano, J.; Díaz, T. (Coord.) *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. pp. 29 - 43. España. En:

- <http://www.oei.es/metas2021/LASTIC2.pdf>  
(04/06/2011)
- [12] Capuano, V. (2011) El uso de las TIC en la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Virtualidad, Educación y Ciencia*. Universidad Nacional de Córdoba. Año 2. N° 2. pp. 79-88, Argentina.
- [13] Morin, E. (1999) *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO, París.
- [14] Flores, J.; Caballero, M. y Moreira, M. (2009) El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*. N° 68. pp. 75-112, Venezuela.
- [15] Lledó, G., Baeza, J. y Vila, R. (2010) Diseño de un modelo de indicadores de competencias TIC en la docencia universitaria. *Memorias VIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria (ICE)*. Universidad de Alicante, España.
- [16] Lazo, L. y Pupo, E. (2010) El uso de la computadora como herramienta de trabajo en el desarrollo del proceso pedagógico profesional. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*. n.3, pp.1-13, Cuba. En: <http://revistas.ojs.es/index.php/didascalía/article/viewFile/357/365> (14/07/2011)
- [17] Rodríguez, E. (2005). El ordenador en la enseñanza de Física. *Academia de Ciencias de la Región de Murcia*, España. En: [http://www.acc.org.es/docos/publicaciones/5\\_EIOrdadorEnse%FlanzaFisica.pdf](http://www.acc.org.es/docos/publicaciones/5_EIOrdadorEnse%FlanzaFisica.pdf) (20/06/2008)
- [18] Giorgi, S., Cámara, C., Giacosa, N. y Concari, S. (2005) Análisis de alcances y limitaciones del uso de simulaciones para la enseñanza y el aprendizaje de Física. *Memorias del Congreso Internacional Educación y Nuevas Tecnologías*. UNL. Santa Fe, (125), pp.1-12, Argentina.
- [19] Giacosa, N.; Giorgi, S. y Concari, S. (2008) Experiencias en entornos reales y virtuales: determinación de la distancia focal de lentes divergentes. *Revista Ciencia Ahora* N° 21. Año 11. Marzo a Septiembre de 2008. pp. 48 - 57. Universidad de Concepción. Campus Chillán. Chile.
- [20] Esquembre, F. (2005) *Creaciones de simulaciones interactivas en Java*. Pearson Educación S.A. España.
- [21] Bouciguez, M.y Santos, G. (2010) Applets en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencias*. Vol.7, N° 1. pp. 56-74, México. En: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/920/92013011005.pdf> (06/08/2011)
- [22] Testa, P. y Ceriotto, P. (2009) Descripción de objetos digitales. *Memorias del II Encuentro Nacional de catalogadores*. Buenos Aires, Argentina. En: [http://www.bn.gov.ar/descargas/catalogadores/ponencias/251109\\_09a.pdf](http://www.bn.gov.ar/descargas/catalogadores/ponencias/251109_09a.pdf) (03/03/2010)
- [23] Coll, C. (2009) Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En Carneiro, R.; Tosacno, J.; Díaz T. (comp.) *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. OEI-Santillana. pp. 113-126, Madrid.
- [24] Díaz Barriga, A. (2008). Error y acierto: una relación compleja en el campo de la enseñanza. *II Congreso Internacional Cotidiano Diálogos sobre Diálogos*. Universidad Federal de Fluminense. Brasil. En: [http://www.grupalfa.com.br/arquivos/Congresso\\_tbalhosII/palestras/Barriga.pdf](http://www.grupalfa.com.br/arquivos/Congresso_tbalhosII/palestras/Barriga.pdf) (05/06/2009)
- [25] Sanz Rodríguez, J.; Dodero, J. y Sánchez Alonso, S. (2011) Determinando la relevancia de los recursos educativos abiertos a través de la integración de diferentes indicadores de calidad. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, Vol. 8, N°2, p.46-60, España. En: <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/8n2-sanz-dodero-sanchez/v8n2-sanz-dodero-sanchez-esp> (05/08/2011)
- [26] Casanova, I. (2007) La utilización de indicadores didácticos en el diseño de simulaciones para la formación universitaria en la toma de decisiones. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación Tecnológica (TE&ET)*. N° 2. pp. 13-19, Argentina.
- [27] Marquès Graells, P. (2005) Entornos Formativos multimedia: elementos, plantillas de evaluación /criterios de calidad. España. Versión *on line*. en: <http://dewey.uab.es/pmarques/calidad.htm> (03/05/2006)
- [28] Santos Guerra, M. (1995) *La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora*. Colección Biblioteca de Educación. Ediciones Aljibe. Granada, España.
- [29] Davini, M. (2009) *Métodos de enseñanza: Didáctica general para maestros y profesores*. 1ra. Impresión. Santillana, Argentina.
- [30] Giacosa, N.; Giorgi, S. y Concari, S. (2009a) Applets para la enseñanza del electromagnetismo y la óptica. *Memorias del Tercer Congreso Nacional de Ingeniería Industrial*. Facultad de Ingeniería. UNaM. Octubre, Oberá. p. 1-18, Argentina. En:

[http://www.coini.com.ar/COINI%202009/contenidos/APPLETS\\_E...pdf](http://www.coini.com.ar/COINI%202009/contenidos/APPLETS_E...pdf) (10/12/2009)

- [31] Giacosa, N.; Giorgi, S. y Concari, S. (2009b) Una experiencia didáctica incorporando applets para la enseñanza de los principios físicos del funcionamiento de espectrómetros de masas. *Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería*. Editorial de la Fundación de la Universidad Nacional de Río Cuarto. Colección Aportes para la Educación. Año 10. Nº 19. p. 7-19. Argentina.
- [32] Martínez Alvarado, H. (2009) Tecnologías de la Información y Docentes: una alianza pendiente. *XXII Semana Monográfica. Las TIC en la educación: retos y posibilidades*. Fundación Santillana. Madrid, España.
- [33] Ander-Egg, E. (2003) *Métodos y Técnicas de investigación social. Vol. IV: Técnicas para la recogida de datos e información*. 50ª Edición 1ra impresión Lumen. Argentina.
- [34] Sautu, R.; Boniolo, P., Dalle, P.; Elbert, R (2010). *Manual de metodología: construcción de marcos teóricos, formulación de objetivos y elección de la metodología*. 1ra impresión. Prometeo Libros. Buenos Aires, Argentina.

Norah Silvana Giacosa  
Félix de Azara 1552  
(N3300LQ) Posadas – Misiones. Argentina  
e-mail: norah@correo.unam.edu.ar

Sonia Beatriz Concari  
E. Zeballos 1341  
(S2000BQA) Rosario – Santa Fe. Argentina  
e-mail: sconcari@gmail.com

Silvia María Giorgi  
Santiago del Estero 2829  
(S3000OAM) Santa Fe. Argentina  
e-mail: sgiorgi@fiq.unl.edu.ar

---

**Norah Silvana Giacosa:** Profesora en Matemática, Física y Cosmografía, Especialista en Educación Superior y Magíster en Docencia Universitaria por la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Argentina.

---

**Sonia Beatriz Concari:** Licenciada y Doctora en Física por la Universidad Nacional de Rosario (UNR), con un Posgrado en Docencia Universitaria de la Universidad Nacional del Litoral, ambas de Argentina.

---

**Silvia María Giorgi:** Ingeniera Química por la Universidad Nacional del Litoral (UNL) y Magíster en Metodología de la Investigación Científica y Técnica por la Universidad Nacional de Entre Ríos, ambas de Argentina.

---