

# Una propuesta metodológica para favorecer la interdisciplinariedad de contenidos científicos

## A methodological proposal to promote interdisciplinary scientific contents

Nancy Edith Saldís, Nancy Beatriz Larrosa, Marcelo Martín Gómez,

María Andrea Marín, María Cecilia Penci y Abel Gerardo López

Departamento de Química Industrial y Aplicada, y Departamento de Matemáticas.  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.  
Córdoba, Argentina.

E-mail: nanciesaldis@yahoo.com.ar; nlarrosa@efn.uncor.edu; mgomez@cnm.unc.edu.ar;  
ma.andrea.marin@gmail.com; cpenci@gmail.com; abglopez@efn.uncor.edu

### Resumen

El objetivo de este trabajo es relatar la experiencia de formación docente realizada por un equipo de profesores de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. La innovación consiste en la incorporación de recursos materiales y estrategias de enseñanza con TIC en distintos talleres, seminarios y cursos para estudiantes y docentes de todos los niveles educativos: primarios, secundarios, terciarios y universitarios. Algunos de estos recursos incluyeron distintos sensores multiparamétricos, construcción de conocimientos científico-tecnológicos, aula virtual y un blog. El enfoque de enseñanza elegido para la formación docente fue de corte constructivista basada en la resolución de situaciones problemáticas a través de experiencias de laboratorio a los fines de lograr la interdisciplinariedad de contenidos. La experiencia permitió el intercambio de conocimientos entre estudiantes y docentes de distintas instituciones y niveles educativos, enriqueciendo las vivencias, la reafirmación de hábitos, la expresión y la comunicación.

Palabras clave: TIC; sensores multiparamétricos; interdisciplinariedad; innovación educativa.

### Abstract

The aim of this paper is to report the experience conducted by a team of professors from the Faculty of Physical and Natural Sciences of the National University of Córdoba. The innovation consists of the inclusion of some material resources and methodologies with ICT in several workshops, seminars and courses for students and teachers from all educational levels: primary, secondary, tertiary and university. Several multiparameter sensors were used and methodologies and elements were adapted in order to facilitate the construction of scientific and technological knowledge; also, a virtual classroom and a blog were created and implemented. A constructivist methodology was chosen and it was based on the resolution of problematic situations through laboratory experiments in order to achieve interdisciplinary content. The experience enabled the exchange of knowledge between students and teachers from different educational institutions and levels, thus enriching experiences and reaffirming habits, expression and communication.

Keywords: ICTs; multiparameter sensors; interdisciplinarity; educational innovation.

Fecha de recepción: Marzo 2015 • Aceptado: Mayo 2015

SALDIS, N. E.; LARROSA, N. B.; GÓMEZ, M. M.; MARÍN, M. A.; PENCI, M. C. y LÓPEZ, A. G. (2015). Una propuesta metodológica para favorecer la interdisciplinariedad de contenidos científicos. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 10 (6), pp. 63-76.

## Introducción o Formulación del Problema

Trabajos presentados por investigadores de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) han demostrado que estudiantes de los primeros años de carreras científicas poseen dificultades para interpretar los enunciados de las situaciones problemáticas, siguen un ejemplo como patrón para resolverlas, conciben los conocimientos como compartimientos desarticulados, no se encuentran suficientemente motivados para el estudio y están faltos de autonomía para acceder al conocimiento (Saldís, et al., 2008).

Otras investigaciones han mostrado la brecha existente entre la cultura académica imperante al interior de la unidad académica en el inicio de las carreras y las percepciones de los estudiantes que ingresan. En este sentido se ha evidenciado la percepción sobre carreras “muy teóricas” y “muy pesadas” que suponían “más prácticas” (Gómez, 2009).

Por otro lado observaciones directas realizadas a docentes de nivel secundario y universitario permiten afirmar que no siempre llevan las TIC al aula como un medio de aprendizaje. En este sentido, encuestas realizadas por investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (FCEfyN) de la UNC han relevado cierta escasez de conocimientos por parte de los docentes sobre el manejo de este tipo de herramientas, más confianza en los métodos tradicionales de enseñanza, o en la complicación para adaptar los contenidos a las nuevas estrategias tecnológicas (Saldís, et al., 2014). La visión del panorama actual en educación, que incluye las nuevas tecnologías, instrumentos y formas de trabajo avanzado, exigen un cambio radical en los planes y programas actuales.

Frente a esta problemática real relevada y en el marco del modelo del Entorno de aprendizaje constructivista, interdisciplinario y colaborativo mediado; un equipo de profesores pertenecientes a los departamentos de Química Industrial y Aplicada, de Matemática y de Física de la FCEfyN de la UNC diseñaron una estrategia didáctica para el abordaje de una posible solución a través de un proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza de Grado de la Secretaría de Asuntos Académicos de la UNC. En breve, este proyecto consistió en experiencias de laboratorio computarizadas dirigidas a docentes con diversa formación que incorporaron las TIC a la enseñanza de las Ciencias Naturales.

## Fundamentación político pedagógica

En la búsqueda de argumentos y premisas, se vuelve necesaria la cita de referencias que aporten un marco conceptual a este trabajo. Siguiendo lo propuesto por la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO, 1999) la temática de calidad de educación debe enraizarse en la ampliación del concepto de alfabetización. El concepto tradicional como manejo de lectoescritura requiere de ampliarse e incluir la alfabetización digital y científica. Una ciudadanía activa demanda el manejo de temáticas como el medio ambiente, la salud, la economía, entre otras. La universalización del acceso del uso de la computadora, es un comienzo que debe proyectarse con un horizonte de mejora de la calidad educativa.

En un macrocontexto político, las prioridades del Sector Educación han sido definidas en un común acuerdo a los objetivos adoptados por la UNESCO y las Naciones Unidas, que incluyen los seis objetivos de la Educación para todos adoptados en el Marco de Acción de Dakar 2000-

2015, y en El Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para un Desarrollo Sostenible 2005-2014. En este sentido enseñar el oficio de aprender en países con importantes desigualdades entre sus ciudadanos es un desafío de importancia capital. Ningún país tiene una educación de mejor calidad que la calidad de sus profesores y maestros. Los Estados Miembros del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) han acordado como Plan de Acción del Sector Educativo del MERCOSUR lineamientos estratégicos que van de la mano con el Marco Regional de la UNESCO en Educación donde se reconoce la responsabilidad indelegable de los Estados en asegurar una educación de calidad para toda la ciudadanía. Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) son elementos centrales para el desarrollo de sociedades del conocimiento sostenibles. Las políticas de CTI, regionales y nacionales direccionan y promueven la inversión y la formación de recursos humanos, creando y fortaleciendo las capacidades necesarias para que CTI esté al servicio del desarrollo sostenible.

Dentro de este encuadre internacional, y en el marco de la implementación de una política nacional de inclusión digital educativa en Argentina, desde el año 2007 el Ministerio de Educación de la Nación ha destinado atención a las acciones orientadas al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias naturales. Por un lado, convocaron a los científicos a involucrarse en la enseñanza de las ciencias, en la escuela primaria y secundaria y se intenta fortalecer la divulgación científica para jóvenes y adultos que ya dejaron la escuela. Por el otro, el programa Conectar Igualdad se propone como una estrategia de revalorización de la escuela pública y de mejora de la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje, que ha permitido llegar con equipamiento informático a las escuelas de todo el país.

Finalmente, se han destinado fondos a las universidades nacionales para el Programa de Mejoramiento de la Enseñanza de Grado (PAMEG) que ya tiene en su tercera convocatoria.

La complementación de estos tres aspectos generó en el equipo de trabajo una pregunta constante sobre la manera en que se da sentido al mundo y el modo en que los medios tecnológicos influyen en nosotros. Porque sólo preguntándonos sobre la forma en que las TIC producen significados, podremos comprender la manera en que influyen sobre nuestras percepciones de la realidad y el modo en que podemos aprehenderla para transformarla. En correspondencia con esto, el equipo respondió a la convocatoria para el PAMEG realizada por la Secretaría de Asuntos Académicos del Rectorado de la UNC obteniendo un subsidio.

Ya en el contexto de la provincia de Córdoba, la Ley de Educación N° 98.707 establece que “La educación y el conocimiento son un bien público y un derecho personal y social garantizado por el Estado. El Estado respetará los principios establecidos por la Constitución Nacional y los tratados internacionales incorporados a ella”.

En concordancia, el Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba junto a la Academia Nacional de Ciencias, el Ministerio de Ciencia y Tecnología y la Universidad Nacional de Córdoba, rubricaron en el año 2000 el Convenio de Cooperación Interinstitucional con la finalidad de efectivizar acciones destinadas a la transferencia al Sistema Educativo de Córdoba de resultados de proyectos y actividades de investigación y desarrollo generados en los ámbitos académicos y científico-tecnológicos. Este convenio tiene como objetivos fortalecer el vínculo entre los Centros Educativos

de los distintos niveles y modalidades del Sistema Educativo de Córdoba y los centros universitarios, institutos y organizaciones con funciones en la producción y divulgación académica y científico tecnológica, y concretar programas y proyectos que propicien la transferencia multidimensional al aula de los resultados de investigaciones y desarrollos científicos y técnicos. En este sentido el equipo de trabajo se presentó a la convocatoria para Innovaciones en el Aula 2013, siendo seleccionado entre muchos otros postulantes, accediendo a sus beneficios y pudiendo llegar de este modo a docentes y estudiantes del nivel medio con las experiencias de laboratorio computarizadas descriptas, incorporando las TIC a la enseñanza de las Ciencias Naturales en los más diversos ámbitos.

Como expresa Tedesco (2010) en la conferencia TEDxRío de la Plata, la educación tiene una gran particularidad que es la de poder anticipar el futuro. Es decir, si queremos una sociedad justa tenemos que poder construir en el presente. De allí que esta innovación, que surge con la compra de equipamiento con fondos de mejora para la enseñanza de grado universitaria y se amplía a egresados, luego busca y consigue ser extendida rápidamente por todo el equipo hacia docentes y estudiantes de los otros niveles, en escuelas de distintas realidades socioeconómicas, aprovechando la disponibilidad de equipos informáticos, y buscando incorporar el manejo y análisis computarizado de datos con una perspectiva adaptada a los distintos niveles educativos a los que se dirigió.

## Objetivos

Se distinguen dos objetivos. Por un lado el objetivo de la intervención y por otro el de investigación que orientó la escritura de este artículo.

### Objetivos de intervención

El objetivo general de la innovación fue impulsar acciones de mejora en la enseñanza de las ciencias y la tecnología a través de la incorporación de recursos materiales y metodologías con TIC que faciliten la construcción de conocimientos científico-tecnológicos significativos y promover acciones para la síntesis de contenidos conceptuales y procedimentales a través de la realización de experiencias de laboratorio que integren Matemática, Física y Química alejándose del esquema de compartimientos aislados.

Desde el punto de vista cuali y cuantitativo, las metas incluyeron desarrollar destrezas y competencias para el apoyo a la educación de modalidad b-learning; incentivar la participación conjunta de docentes de distintos ámbitos en proyectos interdisciplinarios que incluyan la vinculación de contenidos de asignaturas visualizadas por los alumnos como conocimientos aislados, y aportar soluciones innovadoras en el ámbito de la enseñanza que impliquen un análisis de concepciones educativas y de relación enseñanza aprendizaje.

El impacto esperado tuvo como eje aumentar la motivación de estudiantes y de docentes. Por ello se los acercó a procedimientos de laboratorio que guardan similitud con la vida profesional a través de la adquisición de lenguajes propios de la Tecnología. Fue necesaria la utilización de recursos informáticos y equipos específicos de medición de parámetros de fenómenos físicos y químicos, propiciando el aprendizaje colaborativo, la enseñanza entre pares y la formación integral de estudiantes.

## Objetivos de la investigación

Para escribir este artículo nos propusimos documentar esta experiencia de formación docente y analizar cuál han sido los resultados de esta capacitación a los docentes los aprendizaje que ellos hacen de las TIC, y sus propuestas didácticas. Para poder sistematizar esta experiencia de formación recurrimos a diferentes aportes teóricos que orientaron nuestro diseño y que resumimos en la sección que sigue.

## Marco Teórico

El proceso educativo, como herramienta transformadora, requiere del desarrollo equilibrado de la energía creadora a través de la información y del conocimiento de modo que generen acciones conducentes a mantener y desarrollar la vida individual y colectiva en condiciones de sustentabilidad.

La teoría constructivista infiere que los seres humanos somos capaces de construir conceptos, tal como lo hacemos con los objetos, y destaca que la manera de adquirir el conocimiento es mediante la exploración y la manipulación activa de objetos e ideas, abstractas o concretas del mundo físico y social del cual somos protagonistas. Esta concepción se fundamenta en conceptos derivados de la psicología, la sociología y la filosofía mencionando los siguientes presupuestos:

- El constructivismo es una postura psicológica y filosófica que argumenta que los individuos participantes forman o construyen gran parte de lo que aprenden y comprenden (Bruning, et al. 1995).
- El constructivismo plantea que nuestro mundo es humano, producto de la interacción humana con los estímulos naturales y sociales que hemos alcanzado a procesar desde nuestras operaciones mentales (Piaget, 1997).

De acuerdo a la teoría constructivista el estudiante asume un papel activo para aprender (Driver, 1987). Este modelo está centrado en el aprendiz, en sus experiencias previas de las que hace nuevas construcciones cognitivas, y considera que la construcción se produce cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento (Piaget, 1997), cuando lo realiza en interacción con otros (Vigotsky, 1978) y cuando es significativo para el sujeto (Ausubel, et al., 1978).

El modelo denominado Entornos de Aprendizaje Constructivista (Gros Salvat, 2011) aporta herramientas para el diseño de entornos que comprometen a los alumnos en la elaboración del conocimiento a partir de una propuesta que parte de un problema, pregunta, ejemplo o proyecto como núcleo del entorno. Para ello se ofrecen varios sistemas de interpretación y de apoyo intelectual provenientes de varias disciplinas, tal como son los problemas en la realidad.

Si se considera que el constructivismo es en sí un constructo de variados componentes, podría concebirse a la interdisciplinariedad como una estrategia de enseñanza-aprendizaje para realizar transferencias de contenidos con el objetivo de solucionar holísticamente los problemas. El concepto de interdisciplinariedad varía de acuerdo a los autores consultados; Torres Santomé (1994) y Mañalich Suarez (1998) la consideran como una forma particular del trabajo científico o como un proceso en el que está necesariamente presente una relación de cooperación entre los especialistas que

han madurado en sus propias disciplinas y buscan enriquecer y enriquecerse en sus aportes. Gaff (1989) postula tres argumentos para la integración curricular: el intelectual promueve la integración del currículum donde ideas en cualquier campo de estudio se enriquecen con teorías, conceptos y conocimientos de otros campos; el pedagógico busca alternativas para promover el aprendizaje auténtico con un conocimiento integrado y no aislado; y el social plantea que el aprendizaje es una actividad individual, que se potencia si el profesor puede generar comunidades de aprendizaje. La construcción del conocimiento en grupos como una alternativa centrada en el aprendizaje promueve el aumento de la comunicación, el respeto y la confianza entre los integrantes y la cooperación y colaboración. Dillenbourg (1999) sostiene que el aprendizaje cooperativo requiere de la división de tareas entre los integrantes del grupo donde cada uno se hace cargo de un aspecto y luego se ponen en común los resultados. El aprendizaje colaborativo argumenta que trabajando en pequeños grupos se desarrollan habilidades de razonamiento superior, pensamiento crítico y se desarrolla la confianza. Cabero (2000) establece que el aprendizaje colaborativo es una metodología de enseñanza basada en la creencia de que el aprendizaje se incrementa cuando los estudiantes desarrollan destrezas cooperativas para aprender y solucionar problemas.

Con la aparición de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se inició una nueva revolución educacional vinculada al aprendizaje colaborativo mediado, basado en los procesos generados a través de la interacción entre las personas y las informaciones, centrado en el estudio sobre la manera en que la tecnología informática puede mejorar la interacción entre pares y el trabajo en grupo para facilitar el hecho de compartir y distribuir el conocimiento y la experiencia entre los miembros de la comunidad de aprendizaje.

En acuerdo con Salinas (2004) la demanda por el conocimiento y la formación de profesionales comprometidos con la sostenibilidad requieren de una actualización constante de los profesores y las herramientas informatizadas se vuelven indispensables como apoyo a la labor docente. Este autor sostiene que lo importante no está en si es necesario o no nuevos modelos, sino cómo se tienen que combinar los componentes o elementos pedagógicos, organizativos y tecnológicos del entorno de aprendizaje. Para ello es necesaria la experimentación y la validación de modelos pedagógicos que expliquen y permitan una adecuada explotación de los entornos virtuales de formación. Esto implicaría una revisión de cuándo, dónde y cómo llevar adelante las distintas experiencias. Los contextos afectan la labor educativa ya que requieren más y diferentes competencias, en donde es más valioso la capacidad de usar creativamente el conocimiento y en especial el ligado al tecnológico (Brunner, 2003).

Las TIC desempeñan diversas funciones a saber: función motivadora, en la medida que su aplicación torna más atractiva la experiencia de aprendizaje y promueve el interés del alumno; función investigadora, porque a través de ella se ofrecen al alumno entornos para que indague, controle variables y tome decisiones; y función formativa, porque apoyan la presentación de los contenidos integrando diversas actividades sobre ellos (Cabero, 2000).

### **Diseño de la Experiencia de Formación Docente**

Para dar respuesta a los objetivos se pensaron diversas acciones. En primer lugar el equipo que

presenta la innovación realizó reuniones periódicas para acordar la forma de llevar adelante el plan y se seleccionaron los contenidos integradores temperatura, presión, pH, conductividad eléctrica y humedad que atravesarían el recorrido del propósito. Se efectuaron ateneos periódicos para lograr la profundización en el uso adecuado y mantenimiento de los distintos equipos y programas. Se recopiló información para el diseño y redacción de algunas experiencias prácticas de laboratorio donde se incluyeran determinaciones con los sensores y contenidos que tiendan a la interdisciplinariedad de química, matemática y física. Cada una de las actividades tuvo su fase de prueba que consistió en la puesta a punto de los sensores, la carga del programa DataStudio, y las pruebas piloto de las experiencias. De esta manera se logró trabajar sistemáticamente<sup>1</sup> y en equipo ya que cada uno de los profesores provenientes de los distintos departamentos académicos científicos aportó, a través de un trabajo colaborativo, los conocimientos, materiales y las metodologías diversas. La experiencia se desarrolló en dos etapas. La primera podría denominarse etapa de preparación, mientras que la segunda se considera de aplicación.

La preparación consistió en la búsqueda de bibliografía y la validación de situaciones problemáticas y las experiencias a desarrollarse en el laboratorio. También se realizó la redacción, diseño e impresión de guías de estudio, la gestión, consecución y preparación de materiales e instrumentos para las experiencias prácticas, el relevamiento de los distintos equipos disponibles en el mercado, el análisis de costos, calidades y factibilidades, y se encargó la compra del instrumental. La capacitación inicial del conjunto de profesores que llevaron a cabo la innovación estuvo a cargo del personal de las empresas proveedoras y por medio de ateneos internos de perfeccionamiento en el uso de los sensores multiparamétricos, su calibración, mantenimiento y adquisición y manejo del programa DataStudio. Luego se realizaron pruebas piloto para ajustar la redacción de las guías y precisar la metodología.

Además se puso en funcionamiento el blog<sup>2</sup> conteniendo información a través de imágenes, videos y presentaciones en PowerPoint y Prezi. En este espacio se incorporaron tutoriales, infogramas y un glosario elaborados por los integrantes del equipo de trabajo. El enfoque de enseñanza seleccionado fue la de corte constructivista la cual se basó en la resolución de situaciones problemáticas a través de experiencias físicas o químicas con los sensores multiparamétricos, la interpretación, carga y envío de datos y gráficos matemáticos con el programa DataStudio y el aprendizaje colaborativo mediado por el aula virtual o el blog diseñados especialmente para esta experiencia. Para llevar a cabo la innovación se seleccionaron los recursos didácticos y se propusieron actividades adecuadas a cada uno de los grupos destinatarios. Se tomaron fotografías del montaje de instrumental las que se usaron para ilustrar las guías y material de trabajo y estudio. Se construyó también un compendio de contenidos previos de matemática, química y física y se redactaron situaciones problemáticas que requerían a los alumnos integrar contenidos. Se tradujeron desde el idioma inglés las especificaciones técnicas de operación y el mantenimiento de los equipos para redactarlos en el idioma castellano con un lenguaje coloquial.

Por otra parte, se realizó la gestión, apertura y diseño del aula virtual en el Laboratorio de Enseñanza Virtual (LEV) de la FCEFyN desde la plataforma Moodle con un formato por temas

1 DataStudio es un programa que provee herramientas para la recopilación, análisis y presentación de datos obtenidos por experimentación química, física u otra ciencia experimental.

2 <http://proyectosensores.blogspot.com>

incorporando los materiales confeccionados. Para ello fue necesario realizar un análisis profundo de las actividades para adecuarlas a los distintos grupos que participarían en la experiencia mediante tecnologías interactivas centradas en el alumno. De esta manera se dedicó especial atención al control de navegación sobre los contenidos, y procesos colaborativos orientados a la interacción e intercambio de ideas y materiales tanto entre docentes y alumnos, como así también entre los estudiantes de distintos niveles. En el aula virtual se publicaron los materiales didácticos, los manuales de uso, los documentos referidos al mantenimiento y calibración de sensores, se incorporaron foros de debate, wikis, vídeos ilustrativos, tutoriales, los link para publicar los informes de los participantes de los cursos y otros documentos de información y participación.

Como corolario de la primera parte del proyecto se editó el libro “Sensores: una exitosa experiencia interdisciplinar en la enseñanza de las ciencias” en formato papel, a través de la editorial Brujas (ISBN: 978-987-591-355-4).

### **Los participantes de la experiencia**

En la segunda etapa, es decir durante el desarrollo de la innovación, participaron diversos grupos en un espectro que va desde docentes de enseñanza primaria, profesores y estudiantes de educación secundaria, docentes de educación terciaria, profesores y estudiantes universitarios, y profesores de nivel de posgrado.

En sus inicios el proyecto estuvo planeado para estudiantes universitarios de ingeniería de la FCEFYN-UNC ya que la actividad profesional futura les demanda aptitudes y habilidades referidas al manejo de instrumental de medición de diversas magnitudes en experiencias prácticas de laboratorio. Este grupo se dividió en dos subgrupos: por un lado estudiantes de primero, segundo y tercer años para lograr la interdisciplinariedad entre las Ciencias Básicas como la Matemática, la Física y la Química aprovechando que las TIC gozan de la simpatía de los jóvenes; por el otro, estudiantes a punto de terminar su carrera que se encontraban realizando su Proyecto Integrador y requerían de nuevas herramientas para optimizar sus tareas. Se realizaron dos ediciones del “Taller integrador de Ciencias Básicas” dirigido a estudiantes de los tres primeros años de la carrera de ingeniería del que participaron ciento ocho estudiantes excediendo ampliamente los cupos planificados. También se llevaron a cabo tres ediciones del “Seminario intensivo: Uso de sensores multiparamétricos asistidos por computadora” destinadas a estudiantes de todas las carreras de ingeniería que estuvieran realizando su Proyecto Integrador final en el último tramo de la carrera, al que asistieron sesenta y cuatro alumnos de manera optativa. El “Taller de sensores asistidos por DataStudio” fue incluido en las propuestas del XVIII Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ingeniería con una asistencia de veinticuatro estudiantes y cinco docentes provenientes todos de diversos países.

En estas instancias, profesores de distintas carreras universitarias de la provincia de Córdoba comenzaron a solicitar una capacitación en el uso del instrumental de medición citado para acompañar a sus estudiantes. Por ello y con el objetivo de compartir la aplicación didáctica y el conocimiento específico de los sensores, el software DataStudio y el aula virtual, entre otras herramientas, se ofreció la propuesta de cursos de posgrado con el aval de la UNC. Así se efectuaron dos ediciones del seminario “Integración de conocimientos científicos a través de experiencias de laboratorio con

tecnologías de última generación: las TIC como herramientas de apoyo al proceso de enseñanza” de cuarenta horas de duración del que participaron veintitrés docentes universitarios de las carreras de grado de Ingeniería Química, Electrónica, Civil, Biomédica e Informática, Biología, Licenciatura en Química, en Física y Matemática y docentes de la Maestría en Ciencias del Ambiente, del Doctorado en Biología y del Doctorado en Geología. Una vez diagnosticado el grupo asistente se dividió la propuesta en dos partes: se revisaron las teorías pedagógicas haciendo hincapié en el enfoque constructivista, el aprendizaje basado en problemas, y el trabajo colaborativo. Luego los profesionales diseñaron su propuesta y realizaron diversas experiencias prácticas de laboratorio utilizando sensores para medir las variables, trazaron gráficas, armaron el modelo matemático respectivo realizando un trabajo colaborativo a través del aula virtual. Como evaluación final elaboraron un proyecto pedagógico posible de llevar a cabo en su asignatura.

La instancia de formación de sesenta y nueve profesionales docentes de enseñanza primaria, secundaria, terciaria y universitaria se efectuó en el marco de la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y la Tecnología, carrera de posgrado de la FCEPyN de la UNC. La característica principal de este grupo fue la heterogeneidad en su formación, especialización y nacionalidad. Los docentes de enseñanza primaria que asistieron al seminario desarrollan su actividad en escuelas del interior de la provincia de Córdoba. Los de educación secundaria, que provenían de distintas provincias del país, eran egresados tanto de Institutos de Formación Docente (IFD) como de las más variadas carreras universitarias, mientras que los profesores de nivel terciario pertenecen a los Institutos de Formación Docente en Ciencia y Tecnología. Los profesores universitarios desarrollan su actividad en diversas universidades nacionales y provinciales de Argentina como también de países tales como Uruguay, Chile, Colombia, Bolivia, Perú y Brasil. Esta realidad se tornó un verdadero desafío para el equipo de profesores que presenta este artículo. La propuesta para los formadores asistentes fue diseñar experiencias de laboratorio posibles de llevar a cabo con materiales sencillos, interactuar a través del aula virtual realizando la modelización matemática y elaborar propuestas de aplicación en sus respectivos niveles educativos y asignaturas. Todas estas actividades tuvieron un seguimiento personalizado de manera presencial y virtual adecuando vocabulario y propuestas para los diferentes niveles.

Para realizar la transferencia de conocimientos hacia las instituciones de nivel secundario, el equipo de trabajo gestionó un subsidio producto del convenio entre el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Ministerio de Educación de Córdoba y la Academia Nacional de Ciencias de la UNC. De este modo fue posible aplicar la innovación a ocho docentes y ciento treinta estudiantes de cuatro escuelas secundarias de la ciudad de Córdoba, cada una de ellas con diferentes características. Para esta franja de participantes se ofreció un blog como complemento de la información considerando que es una herramienta atractiva y sencilla de utilizar. Los estudiantes trabajaron en pequeños grupos presentando un análisis de las gráficas, armando los modelos matemáticos y reconociendo fenómenos físicos y químicos. Para el trabajo colaborativo mediado utilizaron las netbook del programa Conectar Igualdad.

En el marco de los festejos de los Cuatrocientos años de la Universidad Nacional de Córdoba el equipo que presenta este trabajo fue invitado a realizar charlas con el objetivo de acercar el

conocimiento al público general. Es por ello que se llevaron a cabo muestras interactivas con el objetivo de realizar mediciones utilizando instrumentos convencionales para luego compararlos con las mediciones que pueden efectuarse con instrumentos más modernos como lo son los sensores multiparamétricos. A las actividades concurren alrededor de quinientas personas entre niños, jóvenes y adultos que participaron activamente de todas las propuestas.

### **Estrategias metodológicas: La evaluación de la propuesta**

En la actualidad la docencia tiene desafíos significativos en el momento de integrar los conceptos de las asignaturas tales como matemática, física y química. Las exigencias en el aprendizaje requieren destrezas multidisciplinares que son difíciles de transmitir por los medios tradicionales. La incorporación de TIC es una realidad que está en consonancia con las circunstancias económicas, culturales y sociales de nuestro país. Otro desafío es obtener provecho de las opciones tecnológicas disponibles para contribuir de forma eficiente al proceso educativo. La utilización de sensores electrónicos, la observación directa del fenómeno analizado y el seguimiento de las variables mediante la toma de datos y su representación gráfica, permite al estudiante asociar los distintos conceptos estudiados en una situación real. Además, la realización de las actividades en un ámbito colaborativo potencia el intercambio entre estudiantes-estudiantes y estudiantes-docentes. Teniendo en cuenta estas consideraciones, el aula virtual y el blog emergen como herramientas complementarias que contribuyen a la participación y formación de todos.

La propuesta de mejora requirió de un análisis multi e interdisciplinario con el objeto de integrar conceptos de las materias básicas para mejorar la calidad de la enseñanza. La forma básica para determinar “la mejora” fue mediante la cuantificación del proceso, utilizando indicadores específicos.

Desde el punto de vista cuantitativo, se cuentan con las evaluaciones realizadas por los participantes sobre un examen integrador. Otro parámetro importante fue la cantidad de interacciones entre estudiantes, que si bien en el desarrollo de las actividades áulicas son difíciles de cuantificar (aunque estas están limitadas por la dinámica de la clase), es posible realizar un seguimiento minucioso en el aula virtual o blog.

Indicadores de tipo cualitativo son las encuestas dirigidas a alumnos y docentes al finalizar el curso. En ella, redactaron los aspectos positivos que agregarían o modificarían al curso y los principales aspectos a corregir.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo general de este proyecto fue mejorar la calidad de la enseñanza, por lo tanto utilizamos algunas de las herramientas para la gestión de la calidad.

La educación es un proceso, y como proceso depende de las entradas y necesita transformarse para mejorar el resultado y asegurar la calidad. En este sentido el principio de la mejora continua, ciclo de Deming o PDCA ha servido como guía para la sistematización de la mejora. Se consideraron los cuatro pasos: Planificación (P) en el inicio de la rueda, donde se identificaron las necesidades, se establecieron los objetivos y a partir de ellos se programaron las actividades. El segundo paso: Ejecución o Realización de lo Planificado (D de DO en inglés: hacer), donde además de seguir la secuencia de las actividades fue necesario el proceso de recabar información y evidencias. El

siguiente paso: verificación (C de CHECK en inglés) o sea revisar las evidencias, donde se verificó el cumplimiento de lo planificado y se comprobaron los resultados. Por último el ajustar, actuar en la propuesta de la mejora (A de ACT en inglés) por lo que se analizaron los resultados, se identificaron las oportunidades y se propusieron cambios.

Próximamente se propone utilizar una segunda herramienta para analizar la mayor cantidad de variables (infraestructura, equipamiento, ergonomía, etc): la matriz FODA, en donde docentes y demás participantes podrán realizar un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas para distribuir los recursos en forma eficiente. Dicho análisis permitirá, con los recursos disponibles, conocer e informar a los participantes las estrategias para la obtención de los nuevos recursos y de esta manera proyectar la realización de nuevas actividades en un escenario probable.

## **Algunos resultados**

### **Logros al interior del equipo capacitador**

Uno de los primeros aciertos de este plan ha sido el trabajar colaborativamente consiguiendo empatía y solidaridad entre los profesores involucrados en llevar adelante el proyecto, condición indispensable para lograr cualquier objetivo en la educación. El principal indicador cuantificable con respecto a los profesores generadores del proyecto es la cantidad de horas invertidas en este proceso. Esto se vio reflejado en la formación de un equipo sólido, que trabajó responsablemente en cada una de las etapas del plan, dedicando tiempo extra, esfuerzo, voluntad para la realización de reuniones, pruebas, ensayos, escritos, capacitaciones y todas las actividades que demandó el proceso con el objetivo de mejorar la enseñanza. El equipo de trabajo decidió realizar un aporte para disminuir uno de los problemas más relevantes en la educación argentina, es decir el bajo rendimiento de los estudiantes y emprendió acciones tales como la revisión y actualización de los contenidos y los métodos de enseñanza de manera que el tratamiento de las temáticas pueda ser socialmente significativo y con validez científica tendiendo a la interdisciplinariedad. Es rescatable el esfuerzo y el entusiasmo de todos los participantes para acercarse a las áreas de vacancia, es decir a las nuevas tecnologías e instrumentos que están comenzando a utilizarse en la vida profesional en servicio de la sociedad, como así también en la enseñanza disminuyendo la “brecha digital”. Así también, el aula virtual y el blog que se abrieron especialmente despertaron el interés de algunos profesores del grupo que desconocían su uso y aprendieron a intervenir para replicarlos en sus propias asignaturas. El rendimiento del equipo refuerza el concepto de sinergismo en el trabajo colaborativo.

El cambio también se vio reflejado en el equipo de profesores que presenta este artículo, ya que la incorporación y uso del nuevo instrumental dio lugar a la formulación de proyectos de investigación asociados al estudio de los aprendizajes de los estudiantes con estas tecnologías, a la interrelación de contenidos y la evaluación de los materiales didácticos utilizados en las experiencias.

### **Logros en la enseñanza**

Los logros en la enseñanza se reflejan en el resultado del aprendizaje. Por eso, si ubicamos la mirada en los contenidos aprendidos por docentes y estudiantes participantes de la innovación podemos observar que ambos tuvieron la posibilidad de optimizar su práctica en el uso de

instrumental del laboratorio, de aprender a usar los nuevos sensores y cada una de las herramientas que posee el programa DataStudio, a interpretar gráficas, proponer modelos matemáticos y relacionar los contenidos logrando la interdisciplinariedad. En relación a los estudiantes de secundaria o de grado pudo observarse que el debate, el intercambio de ideas y el trabajo colaborativo se vio reflejado en el aprendizaje con la presentación de propuestas acertadas. Los informes fueron mejorando a medida que se desarrolló el proyecto. Esto puede advertirse a partir de los primeros trabajos que dieron cuenta de una elaboración más pobre en contenidos, y que poco a poco se completaron con vocabulario técnico, formatos más adecuados, mejoraron la escritura de fórmulas y ecuaciones como así también la presentación de gráficos.

Si centramos la mirada en la producción de los docentes capacitados, los trabajos mostraron creatividad, aplicación de metodologías constructivistas tales como aprendizajes basados en problemas, trabajos colaborativos mediados a través de aulas virtuales y el diseño de experiencias prácticas con los distintos instrumentos. La presentación de gráficos en diversos programas informáticos despertó el interés de los profesores por aprender nuevas aplicaciones y mejorar sus presentaciones. Algunos de los trabajos presentados fueron:

- Uso de sensores en el laboratorio de Física.
- Implementación de laboratorios con el uso de TIC para una mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Cátedra de Fenómenos de Transporte.
- Aplicación y comprobación de la ecuación de Bernoulli y la complementación de las ecuaciones de tiro oblicuo.
- ¿Por qué algunas plántulas de soja crecen menos?.
- ¡Los alimentos son sustancias químicas!.
- Propuesta de implementación de sensores para la integración de las asignaturas Microbiología Industrial y de los alimentos y Gestión Ambiental.
- Resolución de situaciones problemáticas empleando sensores multiparamétricos en la asignatura Bromatología 1 de la carrera Técnico Superior en lechería y Tecnología de los alimentos.
- Conociendo las levaduras.
- La enseñanza de la contaminación acústica.

Las síntesis de estos documentos fueron presentados en un plenario ante todos los docentes y asistentes al curso. De esta manera, el compartir las producciones se convirtió en un nuevo espacio de aprendizaje y enriquecimiento para los que enseñan ciencias.

Un aspecto a destacar es que estas acciones mostraron un importante potencial de transformación. Una indagación realizada por el equipo que presenta este informe permitió conocer que en estos momentos algunos de los profesores asistentes al curso ya se encuentran desarrollando los proyectos presentados como trabajos finales.

La experiencia también posibilitó el intercambio de conocimientos entre docentes de distintas

instituciones educativas y diferentes niveles, como así también entre docentes y estudiantes enriqueciendo las vivencias, la reafirmación de hábitos, la expresión y la comunicación.

En entrevistas informales los docentes extranjeros y argentinos confesaron no haber trabajado anteriormente con estas herramientas y expresaron su entusiasmo por estos proyectos innovadores para implementar en sus centros educativos. Varios de los participantes ya se encuentran realizando gestiones desde sus instituciones con el objetivo de adquirir sensores multiparamétricos para llevar a cabo sus proyectos. En este sentido es interesante rescatar que la enseñanza también estuvo basada en la transmisión de la metodología referida a la gestión de proyectos educativos.

### Discusiones finales

El solo hecho de implementar entornos virtuales no garantiza una innovación educativa, se requiere de un cambio en la metodología de enseñanza, en el tratamiento de los contenidos, en el rol del docente y en la forma de concebir el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Los talleres, seminarios y cursos referidos al uso de instrumental novedoso como sensores multiparamétricos con toma de datos en tiempo real y la posibilidad de guardar los registros con el programa DataStudio para un posterior análisis en trabajo colaborativo mediado por el aula virtual o blog, resultó una experiencia muy rica que propició la interdisciplinariedad y que continúa demandando ediciones.

### Referencia Bibliográfica

- AUSUBEL J.; NOVAK J. y HANESIAN H. (1978). *Educational Psychology: a cognitive view*. Segunda edición. New York: Holt, Rinehart & Winston. Reimpreso, 1986. New York: Warbel & Peck.
- BRUNING, R.; SCHRAW, G. y RONNING, R. (1995). *Cognitive Psychology and instruction*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- CABERO, J. (2000). *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. España: Síntesis.
- DILLENBOURG, P. (1999). *Collaborative learning. Cognitive and computa*. Pergamon, Elsevier Science.
- DRIVER, R. (1987). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Actas del II Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias y la Matemática*. Valencia, España. En línea: <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v6n2p109.pdf>
- GAFF, J. (1989). *Building the faculty we need*. Washington, DC: Association of American Colleges & Universities.
- GROS SALVAT, B. (2011). *Evolución y retos de la Educación Virtual: Construyendo el e-learning del siglo XXI*. Barcelona: Editorial UOC.
- MAÑALICH SUÁREZ, R. (1998). Interdisciplinariedad y didáctica. *Revista Educación*. N° 94. La Habana. Cuba.
- PIAGET, J. (1997). *Biología y conocimiento*. España: Ed. Siglo Veintiuno.
- SALDIS, N. y GÓMEZ, M. (2008) Innovación para el desarrollo del pensamiento de orden superior en la resolución de problemas. *Actas de VIII Jornada de Enseñanza Universitaria de la Química. XIV Reunión de Educadores*

*de la Química*. Olavarría: Editorial de la Facultad de Ingeniería UNCPBA.

SALDIS, N.; COLASANTO, C.; GÓMEZ, M.; TREJO, V. y COMERÓN, L. (2014). Sensores multiparamétricos, programa informático, aula virtual y blog: la evaluación de profesores y estudiantes. *Revista Química Viva*, 1 (13). pp. 56-72.

SALINAS, J. (2004). Evaluación de entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. En Salinas, J.; Agüaded, J. I., y Cabero, J. *Tecnologías para la educación. Diseño, producción y evaluación de medios para la formación*. Madrid: Alianza Editorial. pp. 189-206

TEDESCO, J. C. (2010). Educación para una sociedad más justa. *TEDxRíodelaPlata-TEDxChange*. En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=WDhLvL5N4HU> [12/11/2014]

TORRES SANTOMÉ, J. (1994). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integral*. Madrid: Editorial Morata S. L.

VIGOTSKY, L. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.