

TÍTULO: Innovación tecnológica para la interdisciplinariedad en el aprendizaje de ciencias básicas

Autores: *Gómez, Marcelo M.; Saldís, Nancy E.; Comerón, Leandro; Pérez Fernández, Macarena*

Institución/es: *Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba*

Correos Electrónicos: *mgomez@cnm.unc.edu.ar; nanciesaldis@yahoo.com.ar; leocomeron@gmail.com; mperezfernandez8@gmail.com*

Eje: *Tecnologías digitales, educación en línea y articulación escuela media – Universidad*

Tipo de comunicación: *Ponencia*

Abstract

Los espacios disciplinares de Matemática, Física y Química suelen presentarse en forma aislada y muestran una elevada cantidad de estudiantes desaprobados y desinteresados. Esto nos llevó a replantear la metodología de enseñanza aportando estrategias relacionadas con la interdisciplinariedad intentando que los estudiantes encuentren significado en los conceptos que se les ofrece.

Este trabajo presenta el desarrollo y evaluación de una experiencia de innovación pedagógica por iniciativa de profesores y estudiantes de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNC, con fondos aportados por la Asociación Física Argentina, mediante su programa de incentivo a las vocaciones científicas (INVOFI).

Se trabajó con estudiantes de dos colegios secundarios, el Colegio Nacional de Monserrat y el Instituto Domingo Zípoli.

El objetivo fue desarrollar e implementar un modelo de innovación educativa para la interdisciplinariedad de las ciencias básicas centrado en la experimentación con sensores

computarizados que permitieran generar gráficas en tiempo real de fenómenos estudiados en el laboratorio para su posterior análisis colaborativo en entornos virtuales (plataforma Moodle).

Los resultados evidenciaron integración de contenidos en respuesta a las situaciones problemáticas, uso de vocabulario técnico, programas informáticos y modelos matemáticos adecuados. Más de mil entradas en el aula virtual propiciaron la construcción colectiva del conocimiento.

Palabras Claves: Innovación, interdisciplinariedad, TIC, Ciencias básicas

Introducción

En el nivel secundario es frecuente que el conocimiento de Física, Matemática y Química se dividida en compartimientos muy poco relacionados y, en muchos casos, los estudiantes no logran aprehenderlos y mucho menos vincularlos con contenidos de otros espacios curriculares. Es posible observar un estudio superficial y compartimentado de los contenidos que luego carecen de sustento para su transposición y para desarrollar estudios superiores.

El lograr una mayor relación entre las distintas disciplinas y áreas de conocimiento son puntos clave cuando se mencionan los cambios que se requieren en las concepciones y prácticas actuales de la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Es por ello que la interdisciplinariedad adquiere una connotación especial en la formación de los estudiantes de cualquier nivel educativo (Palacios y Palacios, 2004). Estos cambios deben estar basados en el convencimiento de que es imposible lograr reflejar y comprender la realidad de manera fraccionada, y este planteamiento pone de manifiesto la imposibilidad de captar su complejidad recurriendo solo a conceptos, contenidos, categorías, y procedimientos provenientes de una sola disciplina.

La literatura está llena de diferentes definiciones de interdisciplinariedad y cada una de ellas asume las especificidades del contexto en que son usadas (Lattuca, 2001). La interdisciplinariedad puede verse como una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de éstas para lograr la meta de un nuevo conocimiento (Van del Linde, 2007). Posada (2004), la

define como el segundo nivel de integración disciplinar, en el cual la cooperación entre disciplinas conlleva interacciones reales; es decir, reciprocidad en los intercambios y, por consiguiente, un enriquecimiento mutuo. En consecuencia, se logra una transformación de conceptos, metodologías de investigación y de enseñanza. Implica también, a juicio de Torres (1996), la elaboración de marcos conceptuales más generales, en los cuales las diferentes disciplinas en contacto son a la vez modificadas y pasan a depender unas de otras. La interdisciplinariedad cobra sentido en la medida en que flexibiliza y amplía los marcos de referencia de la realidad, a partir de la permeabilidad entre las verdades de cada uno de los saberes (Follari, 2007).

Jerry Gaff (1989) arriesga tres argumentos para la interdisciplinariedad curricular. El argumento intelectual promueve la integración del currículum; el argumento pedagógico busca alternativas para promover el aprendizaje auténtico con un conocimiento integrado y no aislado y el argumento social: el aprendizaje es una actividad individual, pero este se potencia en comunidades de aprendizaje. En este sentido cobra relevancia el aprendizaje colaborativo, donde los estudiantes trabajando en pequeños grupos desarrollan habilidades de razonamiento superior y pensamiento crítico y se sienten confiados (Estrada, 2010).

Por otro lado, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han copado todos los ámbitos de la sociedad y se convierten en una atractiva táctica para la educación científica y tecnológica. Las políticas educacionales que implican la incorporación de estas tecnologías y su uso efectivo en las tareas de enseñanza aprendizaje tienden a dar respuesta a desafíos tales como expandir y renovar el conocimiento, dar acceso universal a la información, y promover la capacidad de comunicación entre los individuos y grupos sociales (Sunkel, 2006).

En este sentido, el b-learning (blended learning) se refiere a la formación combinada es decir, se trata de un proceso de enseñanza aprendizaje que considera actividades presenciales y a distancia (Bartolomé, 2004). Jesús Salinas (1999) lo describió como “Educación flexible”, y es de hecho el modelo en donde se combinan el uso de estrategias de comunicación virtual, con sesiones presenciales.

Desarrollo

Lo explicado más arriba nos hizo pensar, desde la universidad, en el desarrollo de una innovación metodológica para la enseñanza integrada de la matemática, la física y la química en el nivel medio que incorporara el uso de herramientas informáticas como medio motivador para los estudiantes.

Se pensó entonces en responder directamente a los objetivos de la Educación Secundaria de acuerdo a la Ley 9870 de Educación Provincial en su artículo 39 que en el inciso b. indica “Promover prácticas de enseñanza que permitan el acceso al conocimiento como saber integrado, a través de las distintas áreas y disciplinas que lo constituyen, fortaleciendo capacidades y hábitos de estudio, de aprendizaje e investigación, de juicio crítico y discernimiento; y en el inciso e. remarca “Desarrollar las capacidades necesarias para la comprensión y utilización inteligente y crítica de los nuevos lenguajes y herramientas producidos en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación”.

El objetivo general de este proyecto se planteó entonces como:

- Promover acciones de mejora de la calidad de la enseñanza de las Ciencias con recursos informáticos y metodologías que mejoren la motivación y la construcción interdisciplinaria y eficaz de conocimientos significativos.

Dentro de los objetivos específicos fue posible mencionar:

- Promover acciones que permitan la síntesis de contenidos conceptuales y procedimentales mediante la realización de experiencias que integren la Matemática, la Física y la Química.
- Alejarse del esquema de espacios curriculares aislados para incorporar el concepto de ciencia y tecnología como un conjunto de conocimientos sistemáticamente interrelacionados.
- Incentivar la participación conjunta de docentes de las distintas disciplinas de instituciones secundarias y de la universidad en un proyecto único interdisciplinario que contemple la vinculación de los contenidos de asignaturas tratadas hasta hoy como conocimientos asistemáticos, mejorando las relaciones horizontales en las instituciones.
- Aportar soluciones innovadoras en el ámbito de la enseñanza que impliquen un análisis de las concepciones educativas y de la relación enseñanza aprendizaje.

- Mejorar la motivación intrínseca de los jóvenes acercándolos a procedimientos de laboratorio y de relevamiento de datos que guardan similitud con la vida real.
- Facilitar la adquisición de lenguajes propios de la Tecnología (icónicos, gráficos, etc.) mediante la utilización adecuada de recursos informáticos y aparatología específica de medición de parámetros básicos de fenómenos físico-químicos.
- Propiciar el aprendizaje colaborativo, mediado y la enseñanza entre pares.

Para el desarrollo del proyecto se pensó en la modalidad b-learning con un enfoque constructivista, colaborativo y mediado (Domínguez Merlano, 2010). Se pretendió desarrollar e implementar un modelo de innovación educativa para la interdisciplinariedad de la Física, la Matemática y la Química invirtiendo la lógica utilizada hasta la fecha, partiendo del fenómeno para llegar a encontrar sus principios físicos, químicos y el modelo matemático que lo represente.



Para este propósito y pensando en los objetivos trazados, era necesario contar con aparatología de laboratorio de última generación, que permitiera la toma de datos en tiempo real al momento de desarrollar las experiencias de laboratorio, y cuya información pudiera ser trabajada de manera digital para su posterior análisis colaborativo.

Figura 1

En la Facultad de Ciencias Exactas se disponía de sensores de temperatura y presión provistos por la firma Pasco ® con sus interfaces para la conexión a computadoras (Fig. 1), para unos diez grupos trabajando simultáneamente.

De acuerdo a un relevamiento realizado, se encontró que los estudiantes secundarios habían recibido desde el programa Conectar Igualdad(1) netbooks de manera individual. Si bien no todos los alumnos contaban con ella por diversos motivos era posible disponer al menos una para cada grupo conformado por cuatro estudiantes.

Los fondos necesarios para la adquisición de reactivos, material de laboratorio, traslados, etc. fueron aportados por un subsidio otorgado por la Asociación Física Argentina (AFA),

(1) Decreto presidencial 459/10. (ver. www.conectarigualdad.gov.ar)

mediante su proyecto de incentivo a las vocaciones científicas (INVOFI) durante el ciclo lectivo 2014, luego de haber presentado un proyecto en este sentido que fuera aprobado oportunamente por el comité evaluador.

Con los elementos dispuestos se puso en marcha el proyecto, comenzando por compartir entre los profesores de las instituciones los conocimientos referidos

a sensores, el programa informático y los contenidos que registran mayor dificultad entre los estudiantes secundarios. Esta estrategia se denomina Buzz Groups donde los participantes constituidos en un pequeño grupo de discusión consensuaron ideas, y se liberaron prejuicios que pudieran obstaculizar el desarrollo.

Para ello se realizó una jornada de tipo experimental con uso de los sensores y el programa DataStudio, como así también la práctica en la apertura del aula virtual y otras herramientas necesarias para la comunicación de la información poniendo énfasis en los contenidos puntualizados por los docentes de las escuelas. Esta actividad permitió reconocer el material con el que se cuenta específicamente en cada institución, buscar los recursos y registrar conocimientos y estrategias comunes.

Luego, se propusieron espacios para la discusión de los contenidos a interrelacionar, y el rediseño de las experiencias adecuándolas a las necesidades del lenguaje y los lineamientos curriculares.

Con el objetivo de ofrecer un espacio de intercambio comunicativo entre los estudiantes de los establecimientos involucrados y mantener comunicación con los docentes del equipo se habilitó el aula virtual (Fig. 2) con foros para cada experiencia, vídeos, tutoriales, imágenes, glosarios y presentaciones varias elaboradas por el equipo de profesores.



Figura 2

En la segunda etapa se realizaron los talleres experimentales de cortes constructivistas con alumnos en los espacios curriculares de Física, Matemática y Química de cada establecimiento (Fig. 3).



Los estudiantes constituidos en grupos, en trabajo colaborativo, trabajaron sobre reacciones exotérmicas, endotérmicas y variación de presión provocada por el aumento de dióxido de carbono en una fermentación en recipiente estanco, senseando variables temperatura y presión en función del tiempo.

Figura 3

Las gráficas y tablas obtenidas se enviaban por mail o se guardaban en pen drives para su posterior análisis utilizando las herramientas del programa informático, que les permitió el ensayo de modelos matemáticos diversos en búsqueda del que mejor se adaptara al fenómeno en estudio. Posteriormente debatieron acerca de los fenómenos ocurridos utilizando la comunicación virtual mediada que se convirtió en una estrategia para lograr el intercambio de información y la construcción del conocimiento. En dos jornadas a modo de plenario se expusieron las conclusiones de cada grupo y se discutió su validez. Cabe destacar que estas jornadas se utilizaron también para propiciar un intercambio cultural entre las dos instituciones, ya que en la primera de ellas los estudiantes del Zípoli concurren al Monserrat realizando previamente una visita guiada por el edificio que actualmente es patrimonio histórico de la humanidad con más de trescientos veinticinco años. En la segunda jornada los estudiantes del Monserrat concurren al Domingo Zípoli, donde al cierre fueron agasajados con un concierto didáctico interpretado por los mismos estudiantes.

Conclusiones

Para evaluar el proyecto se utilizaron los siguientes instrumentos:
Una bitácora que tuvo la función de registrar todos los datos de lo que fue aconteciendo mediante la observación y el registro

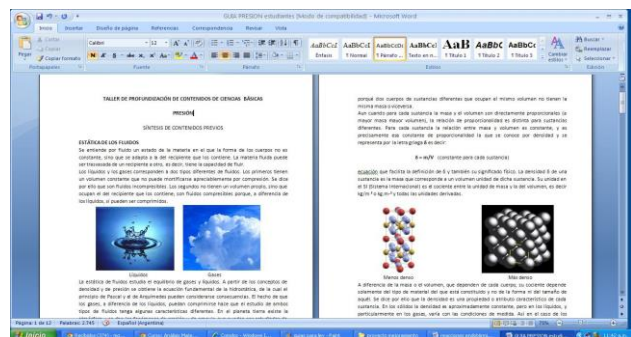
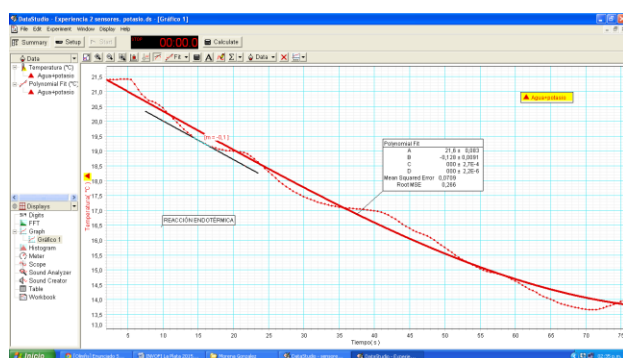


Figura 4

fotográfico y en video de cada uno de los encuentros y actividades. Como indicadores se tuvo en cuenta el clima de trabajo del equipo de profesores que se vió reflejado en la motivación para seguir con la innovación propuesta, el sorteo de dificultades, y la producción de guías de trabajos prácticos para las experiencias de laboratorio (Fig. 4).

La cantidad y calidad de las intervenciones en el los foros del aula virtual por parte de los estudiantes, la demanda para conseguir respuestas a sus dudas en el trabajo y el continuar en el proyecto. Se registraron más de mil entradas en los foros para acotar, consultar y proponer temas de discusión y revisión.

Los informes presentados por los estudiantes tanto en el espacio virtual creado



específicamente para este proyecto, cuanto en la elaboración en distintos formatos para exhibir sus producciones audiovisuales tales como pdf, ppt o prezi. Además presentaron documentos en Word con las respuestas a las preguntas críticas, la selección de los modelos

Figura 5

matemáticos y el análisis adecuado de las gráficas con el programa Data Studio (Fig. 5), como así también las relaciones que realizaron entre los conceptos de física, química y matemática. Los estudiantes trabajaron con interés y presentaron informes muy completos y acabados.

Una encuesta dirigida a los alumnos que participaron de la innovación con la intención que evalúen la actividad y los materiales didácticos utilizados con fines de mejora continua.

A modo de resultados de este trabajo pueden mencionarse, entre otros:

- Estudiantes que resolvieron situaciones interrelacionando los conceptos de las asignaturas involucradas en el proyecto: Matemática, Física y Química.
- Alumnos que valoraron y conocieron el uso de los nuevos instrumentos y las herramientas informáticas en pos del conocimiento científico.
- Jóvenes que reflexionaron a la hora de la toma de decisiones científicas

- Un equipo sólido de trabajo constituido por todos los docentes universitarios y secundarios, de tal manera que este proyecto ha sido el punto de partida para el aprendizaje colectivo y nuevas vinculaciones.
- Un compendio de experiencias para llevar a cabo esta innovación en años posteriores.
- Equipos didácticos armados que quedaron en poder de las instituciones participantes.
- Puesta en valor de los sensores reacondicionados para realizar futuras experimentaciones en cada institución.
- Computadoras de los centros educativos actualizadas con los programas puestos a punto.
- Un espacio virtual para futuras comunicaciones e intercambios.
- Generación de una experiencia de trabajo a distancia utilizando TIC con los docentes que participaron.
- La elaboración de un documento en formato audiovisual con un resumen de la experiencia que puede observarse en el link:

https://www.youtube.com/watch?v=uY30nA7_UXM

A modo de discusión, podríamos considerar que la experiencia ha sido exitosa tanto en el sentido del tratamiento y aprendizaje de los nuevos contenidos científicos como en el trabajo interdisciplinario y colaborativo llevado a cabo por los profesores y los estudiantes. Las exposiciones grupales de los alumnos fueron muy interesantes mostrando solvencia en los contenidos científicos involucrados, manejo de las herramientas del Data Studio, y presentaciones atractivas. En este sentido, varios estudiantes comentaron que con esta actividad aprendieron a utilizar algunos programas y herramientas virtuales.

Es importante destacar que el interés volcado en llevar a cabo el proyecto por parte de los investigadores de la facultad fue observado con mucho agrado por los docentes de secundaria los que prestaron su apoyo en todo momento, y especialmente los estudiantes que, luego de superar el temor inicial propio de propuestas de esta envergadura, mostraron participación, entusiasmo y hasta la sugerencia de realizar otras actividades similares. También puede considerarse alentador que docentes de las dos instituciones, no participantes del proyecto se mostraron interesados en una propuesta futura.

En relación al aporte de la Asociación de Física Argentina, es muy valorable el programa desarrollado para apoyar e Incentivar las Vocaciones hacia la Física, ya que permite llevar conocimiento hacia las escuelas secundarias siempre ávidas de nuevas propuestas al

serles difícil su elaboración por falta de recursos y vinculaciones con los centros productores del conocimiento.

A modo de cierre, podemos decir que los resultados excedieron largamente las expectativas concluyendo en que es altamente productivo el desarrollo de contenidos partiendo de actividades prácticas, que permitan apreciar la presencia palpable de los fenómenos físicos y químicos, y la toma y tratamiento de datos informatizados aptos para su comunicación efectiva a través de la web.

Bibliografía

Bartolomé, A. (2004). Blended Learning. Conceptos básicos. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 23, pp. 7-20

Brunner, J.J. y Tedesco, J.C. (2003). *Las nuevas tecnologías y el futuro de la educación*. Septiembre, Buenos Aires.

Dominguez Merlano, E. (2010). Análisis comparativo de tres modelos de aprendizaje: colaborativo virtual, colaborativo presencial y magisterial. En Congreso Internacional de Educación Mediada con Tecnología, Universidad de Barcelona. Recuperado de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles73992_

Driscoll, M. (2000). *Psychology of Learning for Instruction*. Needham Heights, MA, Allyn & Bacon.

Esteban M. y Zapata M. (2008). Estrategias de aprendizaje y eLearning. Un apunte para la fundamentación del diseño educativo en los entornos virtuales de aprendizaje. Consideraciones para la reflexión y el debate. Introducción al estudio de las estrategias y estilos de aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, número 19. Consultado en <http://www.um.es/ead/red/19>

Feldman, R.S. (2005) "Psicología: con aplicaciones en países de habla hispana". (Sexta Edición) México, McGrawHill.

Estrada, Á. (2010). El trabajo colaborativo como herramienta para elevar el nivel de aprovechamiento escolar. Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación "José María Morelos", Departamento de Pedagogía, Secretaría de Educación Pública en Michoacán. Recuperado de www.lmced.edu.mx/index.php?option=com_docman

Follari, R. (2005). La interdisciplina revisitada. *Andamios*, México, 1(2), 7- 17.

Gros Salvat (2008). Aprendizajes, conexiones y artefactos. La producción colaborativa del conocimiento. España. Editorial Gedisa.

Lattuca, L. R. (2001). Creating Interdisciplinarity: Interdisciplinary Research and Teaching among College and University Faculty. Nashville, TN: Vanderbilt University

Ley 9870 de Educación de la Provincia de Córdoba disponible en <http://www.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2013/08/LEY-provincial-9870-LEY-DE-EDUCACION-DE-LA-PROVINCIA-DE-CORDOBA.pdf>

Mañalich Suarez, R. (1998). Interdisciplinarietà y didáctica. p. 5. En Revista Educación. N° 94. La Habana. Cuba.

Onrubia, J. (2005). Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. RED. Revista de Educación a Distancia, número monográfico II. Consultado el 11 de julio de 2010 en <http://www.um.es/ead/red/M2/>

Palacios, A. R. y Palacios, A. G. (2004) Interdisciplinariamente. Una propuesta metodológica para aprender a ser. Ediciones Consudec. Aulaconsulta. Buenos Aires, Argentina.

Posada Álvarez, R. (2004). Formación Superior basada en competencias, interdisciplinarietà y trabajo autónomo del estudiante, Revista Iberoamericana de Educación. Obtenido el 4 de marzo de 2010, desde <http://www.rieoei.org/deloslectores/648Posada.PDF>.

Sunkel G. (2006). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación en América Latina. Una exploración de indicadores. Publicación de las Naciones Unidas.

Torres Santomé, J. (1994). Globalización e interdisciplinarietà: el currículo integral. Ed. Morata S. L. Madrid.

Van del Linde, G. (2007, Jul-Dic). ¿Por qué es importante la interdisciplinarietà en la educación superior? Cuadernos de Pedagogía Universitaria, Año 4. No. 8. 11-13. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, Rep. Dominicana.