

INTERDISCIPLINARIEDAD: UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

**INTERDISCIPLINARIDADE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE
CIÊNCIAS**

Stella M. Vaira*
Liliana E. Contini*
Tania C. R. S. Gusmão**
Elena F. de Carrera*
Olga B. Avila*
Bárbara Mántaras*
Maria Otarán*

* Universidad Nacional del Litoral – Santa Fé – Argentina/ svaira@fcb.unl.edu.ar

** Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Brasil/ professorataniagusmao@gmail.com

Resumen:

La visión del trabajo científico ha cambiado, se asume una posición más amplia, los trabajos ya no son individuales tornándose difusas las fronteras de las disciplinas. Para llevarlos a cabo es necesaria la interdisciplinariedad, lo que requiere cambiar la modalidad tradicional de trabajo, la conformación de equipos y un lenguaje común. Despertar vocación por el estudio de las Ciencias implica cambiar su enseñanza. Es crear en los alumnos un espíritu inquisidor, constructor, participativo, capaz de resolver problemas, alentando la constitución de grupos de trabajo interdisciplinarios. Para conseguirlo es necesario desarrollar estrategias que tengan por objeto revalorizar y resignificar el estudio de las Ciencias. El presente trabajo es un informe de avance de una propuesta pedagógica para promover acciones concretas en el aula de la escuela media desde la Universidad, que posibilite cambios en las metodologías y en los conocimientos aplicados de las áreas de la

Ciencia, a través del “diálogo entre ellas”. La forma de trabajo propuesta requiere de tácticas que permitan facilitar los procesos de aprendizaje que mejoren las acciones educativas. No es fácil llevar a cabo un trabajo de este tipo, su éxito no está asegurado y exige que se cumplan condiciones que pueden conducir a dificultades. Una de ellas, detectada en esta investigación, es la falta de formación de los docentes, tanto del nivel secundario como universitario, en la modalidad “interdisciplinaria”. La misma es una nueva concepción de trabajo y de enseñanza de las Ciencias. La experiencia realizada resultó positiva. Con este trabajo se iniciaron acciones que integran áreas, currículos y espacios educativos. Permitted la realización de prácticas de laboratorio de estudiantes de nivel secundario en el ámbito universitario para que puedan conocer otro modo de hacer Ciencias, sentando un precedente de modalidad educativa en la zona de influencia de la Universidad Nacional del Litoral.

Palabras clave: Enseñanza de las Ciencias. Articulación. Interdisciplinariedad. Matemática.

Resumo:

A visão do trabalho científico mudou: assume-se uma posição mais ampla, os trabalhos já não são individuais, e se tornam difusas as fronteiras entre as disciplinas. Para levá-lo a cabo é necessário interdisciplinaridade, o que requer mudança na modalidade tradicional de trabalho, formação de equipes e uma linguagem comum. Despertar vocação pelo estudo das Ciências implica mudar seu ensino, criar nos alunos um espírito inquisidor, construtor, participativo, capaz de resolver problemas, encorajando a constituição de grupos de trabalho interdisciplinar. Para isso, é necessário desenvolver estratégias que tenham por objeto revalorizar e ressignificar o estudo das Ciências. O presente trabalho é um relato dos avanços de uma proposta pedagógica para promover ações concretas na sala de aula desde o Ensino Médio até o Ensino Superior, que possibilitem mudanças nas metodologias e nos conhecimentos aplicados nas áreas da Ciência, por meio do “diálogo entre elas”. A forma de trabalho proposta requer tácticas que permitam facilitar os processos de aprendizagem que melhorem as ações educativas. Não é fácil levar a cabo um trabalho deste tipo, seu sucesso não

está assegurado e exige que se cumpram condições que podem conduzir a dificuldades. Uma delas, detectada nesta investigação, é a falta de formação dos docentes, tanto do nível médio quanto do superior, na modalidade “interdisciplinar”, que é uma nova concepção de trabalho e de ensino das Ciências. A experiência realizada resultou positiva. Com este trabalho, iniciaram-se ações que integram áreas, currículos e espaços educativos. Permitiu-se a realização de prácticas de laboratorio para estudiantes de nivel médio no âmbito universitario, proporcionando-lhes outro modo de fazer Ciências e criando un precedente de modalidade educativa na zona de influencia da Universidade Nacional do Litoral.

Palavras-chave: Ensino das Ciências. Articulação. Interdisciplinaridade. Matemática.

1. Introducción

La Universidad Nacional del Litoral (UNL), con su sede en la ciudad de Santa Fe y en la provincia que lleva el mismo nombre, tiene un sistema restricto de ingreso a las carreras que en ella se dictan. Los alumnos realizan un Curso de Articulación de Niveles que forma parte del Programa de Ingreso que integra las acciones entre la UNL y la escuela media, los cursos son tanto Generales como Disciplinarios. Entre los primeros están: “Problemática universitaria” y “Ciencia, arte y conocimiento”. Los segundos dependen de la carrera donde pretende ingresar el alumno y son propuestos por cada facultad según sus necesidades. Entre ellos, están los de Matemática, Química y Contabilidad, que consisten en clases tutoriales de dos horas diarias, durante un mes, las que preceden al examen de ingreso. Éstos muestran a través de los años un nivel de aprobación de los aspirantes entre un 50% y un 80%, según las asignaturas, siendo los peores resultados los de Matemática (Secretaría de Articulación de Niveles- UNL, 2009 - 2011). En el caso particular de las carreras presenciales que se dictan en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas: Bioquímica, Licenciatura en Biotecnología y Licenciatura en Nutrición, los alumnos como asignaturas para ingresar tienen a Química y Matemática, con la particularidad de que deben aprobar las dos asignaturas para iniciar el cursado completo del primer año de las carreras, de lo contrario, solamente pueden comenzar a cursar la línea disciplinar de la materia que hayan aprobado.

La Universidad promueve la realización de proyectos de investigación en el marco de distintos programas financiados con recursos propios y en asociación con otros organismos del sistema científico-tecnológico, cuenta además con herramientas propias para la promoción y financiamiento de la investigación, los proyectos son tanto de perfil científico-tecnológico como encaminados a la indagación científico-social y otros orientados a problemas sociales y productivos. En el marco del programa “Cursos de Acción para la Investigación y el Desarrollo” (CAI+D) de la Universidad Nacional del Litoral están los proyectos: CAI+D Orientado: “Resignificación de la enseñanza de las Ciencias: Matemática, Física y Química. Su impacto en el nivel medio” y el CAI+D 2009: “Relación entre Currículo de Matemática y Deserción Temprana en la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) de la Universidad Nacional del Litoral”, que se están desarrollando. En ellos se promueven acciones en el aula del nivel secundario y universitario que posibiliten cambios en las estrategias didácticas en las áreas de Matemática, Física y Química, posicionándolas como la forma de comprender los fenómenos científicos.

El importante desarrollo tecnológico que impera en el mundo actual, encuentra sustento en Ciencias como Matemática, Física y Química y se basa en los conocimientos que éstas aportan. Sin embargo, la vocación por las llamadas “Ciencias Duras” es cada vez menor. Una alternativa de cambio para subsanar esta situación es *despertar el interés de los jóvenes en estudiar carreras con perfil tecnológico*. Esta problemática muestra la necesidad de desarrollar estrategias que tengan por objeto revalorizar y resignificar el estudio de las Ciencias.

Despertar vocación por el estudio de carreras con fuerte contenido científico implica cambiar la enseñanza de las Ciencias, crear un espíritu inquisidor, constructor, participativo, capaz de resolver problemas, alentando la constitución de grupos de trabajo interdisciplinarios donde la confrontación es dejada de lado por la inclusión, la solidaridad y el respeto por el otro. En este contexto, se piensa en un alumno que desarrolle competencias y habilidades, valores y actitudes, que le permitan actuar y tomar decisiones por sí mismo. Para ello, se promueve el desarrollo de estrategias didácticas que favorezcan la indagación en el aula y requiere de un nuevo rol docente (ETCHEVERRY, 2009; ORTOLANI y cols. 2011).

La ciencia hoy se desenvuelve a partir de trabajos mancomunados e interdisciplinarios. El desarrollo científico es un trabajo de equipo y no de arrebatos personales y personalistas, con colectivos conformados por disímiles ideas y saberes

que se confrontan para llegar a una conclusión aceptada y aceptable (MANES, 2011).

En las últimas tres décadas se han realizado estudios que sostienen que la Ciencia es cada vez más interdisciplinaria. Tal es así que se han calculado índices de interdisciplinariedad que muestran los notables cambios en las prácticas de investigación (PORTER Y RAFOLS, 2009). Éstas, relevaron que

[...] casi 20 millones de artículos científicos y 2,1 millones de patentes en las últimas cinco décadas, demostraron que los equipos predominan sobre autores solitarios en la producción de conocimiento con alto impacto. Esto se aplica para las ciencias naturales y la ingeniería, las ciencias sociales, artes y humanidades, lo que sugiere que el proceso de creación de conocimiento ha cambiado. [...] Esto significa que se ha producido un cambio sustancial que liga la tarea de investigación a la labor colectiva. (MANES, 2011).

En los últimos dos años un equipo de profesores involucrados en los proyectos de investigación antes mencionados viene trabajando colectivamente para poner en práctica una propuesta interdisciplinaria. El equipo es consciente que para poder llevar a cabo un trabajo interdisciplinario se deben reunir determinados requisitos, con el fin de lograr los objetivos planteados, sin pretender cambiar en forma automática alguna modalidad tradicional de trabajo, sino que se pretende algo gradual y paulatino. Como se pretendía trabajar con estudiantes de la escuela media se ha elaborado un plan para ofrecer a los estudiantes una propuesta distinta de mirar la ciencia en pro de establecer formas de trabajo en el sentido que describe Manes. Así, el presente artículo es un informe de avance del proyecto investigación “Resignificación de la enseñanza de las Ciencias: Matemática, Física y Química. Su impacto en el nivel medio” con lo que se busca promover acciones concretas en el aula de la escuela media, que posibiliten cambios en las estrategias didácticas y en los conocimientos aplicados de las áreas de la ciencia: Matemática, Química y Física. Concretamente se presentará algunas acciones desarrolladas dentro del área de Matemática en un contexto interdisciplinar con Química y Física donde se abordó el tema “El agua y la electricidad”.

2. Enseñar Ciencias a través de la interdisciplinariedad

Se comparte el concepto dado por Moreira (2003, p. 1) que afirma:

La Educación en Ciencias, tiene como objetivo hacer que el alumno aprenda a compartir significados en el contexto de las ciencias, o sea, interpretar el mundo

desde el punto de vista de las ciencias, manejar algunos conceptos, leyes y teorías científicas, abordar problemas razonando científicamente, identificar aspectos históricos, sociales y culturales de las ciencias.

La idea no es formar científicos, no necesariamente lo serán los alumnos a los que uno enseña en los diferentes niveles educativos, pero sí que tengan una mirada de su alrededor que se acerque a la manera que miran los científicos: con espíritu observador, crítico y con la posibilidad de equivocarse y volver a empezar otra vez. Es decir, la enseñanza de las ciencias debe tener como uno de sus fines acompañar a los alumnos en el proceso de descubrir el entorno, hacerse preguntas, observar, tocar y aprehender de lo que les rodea.

El rol del docente se centra en construir un puente entre la comunidad escolar y el mundo, produciendo encuentros significativos. Para ello hay que ampliar las posibilidades de enseñar, poniendo la experiencia concreta como un punto de partida, transformando el aula en un espacio de descubrimiento que incentiva la curiosidad y el interés en las ciencias. Lo que se trata de conseguir es que las ciencias se acerquen, que nos gusten más, desde una experiencia entretenida y compartiendo los hallazgos con otros, permitiendo que nos “encante nuestro entorno y sus secretos”.

El mundo que nos rodea tiene a la Matemática como disciplina que permite, no sólo describir fenómenos, sino como el lenguaje de la Ciencia, o como decía Galileo Galilei (1564 – 1642): *la naturaleza está escrita en el lenguaje de la Matemática*. No se hubiera imaginado Galilei que la representación del modelo de ADN se basara en dos hélices paralelas entrelazadas que en 1953 demostraron James Watson y Francis Crick. (STEWART, 1999).

Este último caso muestra que la Resolución de los Problemas alude a la cooperación de dos o más ciencias para resolverlos. Cada disciplina mantiene su integridad, pero no le quita mérito a cada una de ellas, cuando se propone un trabajo a través de la interdisciplinariedad, en realidad se puede decir que debe haber “*un diálogo entre ellas*”. En coincidencia con Aggazzi

La interdisciplinariedad no es lo opuesto al estudio “disciplinar”. Por el contrario, se trata de un planteamiento que, frente a problemas complejos, trata de poner en diálogo varias ópticas disciplinares y específicas con el fin de alcanzar una comprensión más profunda a través de la síntesis de sus diferentes aportaciones. Por eso el trabajo interdisciplinar exige condiciones metodológicas muy precisas y rigurosas.

En este sentido, este grupo de docentes-investigadores apostó a esta forma de trabajo en el nivel medio por creer que ésta le permitirá: Valorar a las otras Ciencias, desde una en particular; Comprender el rol de cada una; Promover la discusión entre ellas, reconocer limitaciones de cada una; Lograr una comprensión más amplia de los problemas.

3. La Matemática como un caso particular de la enseñanza de la Ciencia y su inserción en el Sistema Educativo

Desde la antigüedad hasta nuestros días se ha tratado de ordenar y construir el saber matemático bajo reglas lógicas y establecer métodos que sustenten la teoría matemática; pero el problema de cómo organizar la enseñanza de esta disciplina es algo muy diferente a este ordenamiento. La Matemática en la escuela debe ser presentada como una forma de conceptualizar las más diversas situaciones; no puede verse como un objeto de estudio ya construido, factible de ser transmitido fuera de todo contexto. Cuando existe un contexto eficaz, las estrategias intuitivas que desarrollan los alumnos pueden constituir un buen punto de partida natural en la evolución de las Matemáticas en los niveles más altos de formalización.

Una característica de la enseñanza del área en los primeros ciclos es el acento en lo intuitivo y concreto, lo que servirá para lograr el formalismo propio del pensamiento matemático requerido en etapas más avanzadas.

La construcción del pensamiento matemático, implica flexibilidad y movilidad, de modo que se desarrolle una forma de conocimiento a través del cual se pueda organizar información, resolver problemas, interpretar la realidad y tomar decisiones. Es así que los contenidos matemáticos curriculares deben ser interpretados en un sentido dinámico, para que los logros y competencias que el alumno adquiera le permitan insertarse satisfactoriamente en la sociedad.

Como dice Miguel de Guzmán (2007, p. 1) en su trabajo: “Enseñanza de las Ciencias y la Matemática”:

La matemática misma es una ciencia intensamente dinámica y cambiante: de manera rápida y hasta turbulenta en sus propios contenidos y aun en su propia concepción profunda, aunque de modo más lento. Todo ello sugiere que, efectivamente, la actividad matemática no puede ser una realidad de abordaje sencillo.

El otro miembro del binomio educación-matemática tampoco es algo simple. La educación ha de hacer, necesariamente, referencia a lo más profundo de la persona,

una persona aún por conformar, a la sociedad en evolución en la que esta persona se ha de integrar, a la cultura en que esta sociedad se desarrolla, a los medios concretos personales y materiales de los que en el momento se puede o se quiere disponer, a las finalidades prioritarias que a esta educación se le quieran asignar y que pueden ser extraordinariamente variadas.

La complejidad de la matemática y de la educación sugiere que los teóricos de la educación matemática, y no menos los agentes de ella, deban permanecer constantemente atentos y abiertos a los cambios profundos que en muchos aspectos la dinámica rápidamente mutante de la situación global venga exigiendo [...].

Además, si se considera parte de la fundamentación del *Programme for International Student Assessment (PISA, 2009)* en Matemática, ésta es la capacidad de un individuo de identificar y comprender el papel de la misma en el mundo actual, emitir juicios bien fundamentados, utilizarla y comprometerse con ella de manera que pueda satisfacer las necesidades de la vida del sujeto como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo. La Competencia Matemática de PISA no se reduce al dominio de la terminología, los datos y los procedimientos matemáticos ni a la habilidad para realizar diversas operaciones y poner en práctica determinados métodos; supone una combinación de estos elementos con objeto de responder a exigencias que se plantean en contextos reales. Implica poseer la habilidad para plantear, formular e interpretar problemas mediante la Matemática en una variedad de situaciones y contextos que van desde lo sencillo a lo complejo.

Pero, ¿estamos trabajando en ese rumbo?, ¿Nuestro trabajo dentro del aula tiene el enfoque correcto para elevar la calidad de nuestras prácticas o solamente estamos aplicando metodologías, materiales o esfuerzos que no nos ofrecen un buen resultado, sobre todo cuando se habla de las pruebas PISA?

Argentina, que ha ganado cinco premios Nobel y que aún tiene una enorme reserva de talento académico, los resultados de las evaluaciones PISA provocan una reflexión sobre la necesidad de mejorar la calidad educativa, y mejorar el nivel educativo de nuestro país.

4. Material y Métodos de la Investigación

En este trabajo de investigación se integran tres áreas de conocimiento: Física, Química y Matemática en el que sus integrantes (profesores-investigadores) están dialogando con la finalidad de resignificar el conocimiento que aportan a sus alumnos. Se considera que para la resignificación de la enseñanza de las ciencias hay que tener en cuenta la interacción entre las diferentes áreas y, también, diversos factores como por ejemplo, superar la visión

compartimentada de las ciencias; incorporar la complejidad y la dialéctica de la realidad social; superar la búsqueda de la neutralidad científica; incorporar el no cuantificable, como son las emociones, las actitudes y las creencias; etc. (GUSMÃO, 2009; GHEDIN, E. & FRANCO, M. A.S. 2011).

Así, en la perspectiva de atribuir un nuevo significado a la noción de ciencias, esta investigación se enmarca dentro de un abordaje cualitativo, donde se pretendió llevar a cabo un proceso de intervención pedagógica, buscando despertar en los estudiantes su curiosidad por entender cómo ocurren los hechos o cuáles son sus causas. Se intentó transmitir un “modo de hacer ciencia” abordando la generación del conocimiento como la búsqueda de respuestas o soluciones a problemas, vivenciándolas como innovaciones y metodologías propias de la Ciencia.

Para esta investigación, se utilizaron varias técnicas e instrumentos de recolección de datos: técnicas de observación, de entrevistas, de informes, de registros orales y escritos y de captura de la información por medio de video. Para el análisis de las informaciones se consideraron las especificidades de cada una de las áreas de conocimiento.

Para Chizzotti,

La investigación cualitativa privilegia técnicas que ayudan al descubrimiento de los fenómenos latentes, como la observación participativa, la historia de vida o informes, el análisis de contenido, la entrevista no dirigida, etc., que reúne un conjunto de información cualitativa, y de acuerdo con Habermas, es basado en la racionalidad comunicativa. Se construye observando la vida cotidiana en su contexto ecológico, escuchando las historias, recuerdos y biografías, y analizando documentos, se obtiene un volumen cualitativo de datos originales y relevantes [...] es una creación que moviliza a la precisión del investigador, su habilidad artesanal y su perspicacia para desarrollar una metodología apropiada para el campo de investigación, a los problemas que enfrenta con las personas involucradas en la misma. (2008, p. 85, traducción nuestra)

Concretamente, un equipo de profesores-investigadores de las áreas mencionadas de la FBCB de la UNL, de Santa Fe, Argentina y una profesora de la Universidade Estadual del Sudoeste de Bahia, Brasil, estuvieron reunidos en varias ocasiones para discutir la planificación, aplicación y evaluación de una propuesta didáctica contextualizada e interdisciplinaria para ser llevada a cabo en la enseñanza media y que permitiera a los alumnos una mejor comprensión e interpretación de su realidad próxima.

Las condiciones Metodológicas que se tuvieron en cuenta para llevar adelante el trabajo interdisciplinario versaron en los siguientes puntos:

- a) Necesidad de establecer un lenguaje común;
- b) Formular una propuesta basada en resolución de problemas;
- c) Establecer claramente un tema generador (propuesta educativa) y los contenidos curriculares de cada disciplina asociados a la propuesta educativa;
- d) Proporcionar una alfabetización científica;
- e) Disposición para el trabajo en equipo;
- f) Proporcionar una formación continuada a los docentes;

El diagrama a continuación sería una forma de representar el trabajo interdisciplinario propuesto. Las palabras claves: lenguaje común, resolución de problemas, tema generador, alfabetización científica, trabajo en equipo y formación continuada, se centran en las tres Ciencias que se retroalimentan entre sí, y si se rota el círculo todas las palabras claves están asociadas a las tres disciplinas.

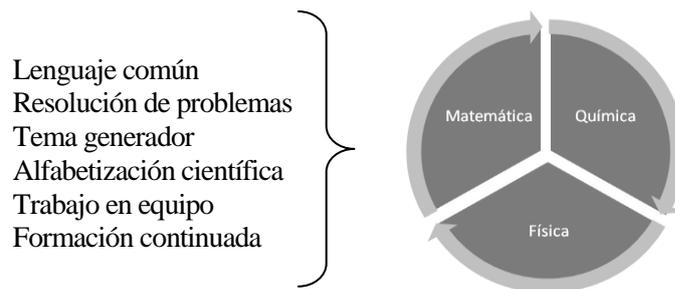


Figura 1. Diagrama de relación entre las disciplinas: Física, Química y Matemática a través de palabras claves.

En un principio, específicamente en la fase de formulación de la propuesta didáctica, se trabajó en conjunto con docentes de Escuelas Secundarias de la zona de influencia de la UNL con terminalidades técnicas o de Ciencias Naturales a los efectos de definir los contenidos a desarrollar de manera integrada en función de las posibilidades curriculares de cada institución.

Una vez definido el tema generador: El agua y la electricidad, se comenzó con la elaboración de la propuesta didáctica. Parte de la elección estuvo relacionada con el nivel de los alumnos, su formación y contenidos previos (4^{to} año) del ciclo secundario.

Paralelamente a la planificación de la propuesta didáctica se puso en contacto nuevamente con las escuelas y por razones de facilidades burocráticas se decidió empezar a desarrollar las acciones del proyecto por la Escuela de Educación Técnica Particular

Incorporada 8122 de la ciudad de Santa Fe. En ésta se conformó un grupo interdisciplinario con tres docentes de las mismas áreas antes mencionadas y se acordó que la experiencia iba a ser realizada en la FBCB y que los alumnos investigados (sujetos de la investigación) iban a ser los 17 estudiantes de la terminalidad Técnico Químico, que estaban cursando su 4^{to} año de la escuela que requiere 6 años para concluir sus estudios.

Antes del proceso de intervención los alumnos contestaron en su escuela un cuestionario sobre expectativas previas que contenía la pregunta:

¿Qué esperas realizar en esta jornada de trabajo en la universidad? Señala con una cruz la o las opciones que desees:	
Conocer cómo se trabaja en la universidad a través de una actividad práctica para el aprendizaje de las ciencias.	<input type="checkbox"/>
Compartir con los compañeros y profesores una experiencia educativa fuera de la escuela.	<input type="checkbox"/>
Relacionar los temas trabajados en la escuela con nuevas experiencias en Física, Química y Matemática.	<input type="checkbox"/>
Otra:	<input type="checkbox"/>

4.1 Propuesta Didáctica

Se pensó en una propuesta motivadora e integradora para abordar, desde las tres perspectivas disciplinares contenidos vinculados al tema “El agua y la electricidad”. Esta propuesta, basada en resolución de problemas, fue llevada a cabo por medio de un proceso de intervención pedagógica, partiendo siempre de preguntas disparadoras como:

¿El agua conduce la electricidad?,

¿En qué condiciones el agua es capaz de conducir la corriente?,

¿La pureza del agua está relacionada con la capacidad para conducir la electricidad?

La propuesta didáctica resultó en un conjunto de actividades diseñadas con el objetivo de permitir a los alumnos adquirir habilidades para trabajar en forma interdisciplinaria, estableciendo nexos entre contenidos y capacitándolos para reflexionar ante una experiencia de laboratorio, conjeturar, discutir y modelar situaciones experimentales.

Con esta experiencia se pretendía, sobre todo, que los alumnos pudieran, a través de la observación y el análisis de resultados, arribar a explicaciones científicas sobre hechos que pueden ocurrir en la vida cotidiana y de modo general, visando a una alfabetización científica.

Así, el 11 de octubre de 2011, se llevó a cabo la primera etapa del proceso de intervención con el objetivo de poner en práctica la propuesta didáctica. Este primer encuentro tuvo una duración de 4 (cuatro) horas y fue dividido en tres tiempos de más de una hora cada uno y en tres laboratorios: Física, Matemática-Informática y Química respectivamente.

La propuesta fue formalizada en un cuadernillo y, éste, fue entregado a cada alumno. El cuadernillo consiste en una secuencia de actividades, las cuales los alumnos iban contestando a partir de las experiencias propuestas durante el proceso de instrucción/intervención. Al final, los estudiantes se los llevaron consigo para que siguieran trabajando en su escuela con sus profesores. Al cabo de dos semanas algunos cuadernillos fueron entregados al grupo de investigadores para su apreciación y análisis. Participaron, también, en esta primera etapa, como observadores, los profesores de los alumnos.

Concretamente, en este primer encuentro con los diecisiete alumnos de la escuela participante, fue posible abordar los siguientes contenidos:

- Corriente eléctrica, resistencia de un conductor. Ley de Ohm.
- Magnitudes directa e inversamente proporcionales. Concepto de función: función lineal. Unidades de medida. Cambio de unidades. Las funciones como modelo matemático.

Para esta comunicación científica, presentamos un pequeño análisis de los escritos de los alumnos en el cuadernillo, concretamente de la parte de Matemática y, también, un breve análisis de las expectativas previas de los alumnos y de los profesores.

4.2 La propuesta en Matemática

La Matemática ha ocupado un lugar privilegiado en el devenir del conocimiento humano, tanto como descripción de dimensiones especiales de la realidad, como lenguaje y fundamento de las otras ciencias. La actividad en Matemática está relacionada con el pensamiento científico. Los alumnos deben ser motivados para esta actividad, normalmente, disfrutan con la magia de los números y sus combinaciones, con internet, algunos, con los interrogantes que les brinda la naturaleza y otros emplean fórmulas; otros experimentan, estiman, hacen mediciones, preguntan y resuelven problemas.

La propuesta de Matemática fue llevada a cabo en el segundo momento de esta etapa y desarrollada en el laboratorio de Matemática-Informática, donde cada alumno contó con un ordenador, que junto con una planilla de cálculo, pudo responder a la propuesta sugerida en el material entregado.

En la clase que antecedió a la de Matemática, la de Física, los alumnos observaron, experimentaron, midieron y construyeron tablas de datos con los contenidos asociados a la conductividad eléctrica, surgiendo naturalmente lo que se esperaba: La ley de OHM, cuya ecuación matemática se describe a través de la relación: $V = IR$. Donde, I es la corriente que pasa a través del objeto en Amper, V es la diferencia de potencial de las terminales del objeto en Volt, y R es la resistencia en Ohm (Ω).

Específicamente, la ley de Ohm dice que la R en esta relación es constante, independientemente de la corriente.

La clase de Matemática comenzó retomando la Ley $V = IR$ como disparador donde la profesora-investigadora que estuvo a cargo de este instante pretendía estudiar con los alumnos la relación entre las variables y en este sentido se planteó la primera pregunta del cuadernillo:

“Usando la planilla de Cálculo construir una tabla de valores para la resistencia usando los pares ordenados de los datos de la Tabla experimental. Los pares ordenados medidos por los alumnos son (I,V) ”.

A partir de esta consigna se hicieron algunas indagaciones:

¿Qué tipo de relación observa entre I y V ?

¿Cómo se llama una relación de este tipo?

¿Qué valores toma I según el instrumento con el que se midió?

¿Cómo se llama al valor constante R_0 ? ¿Qué interpretación tiene?

En este momento los alumnos hicieron anotaciones, ordenaron la información, cuantificaron los datos, discutieron en grupo, visualizaron y conceptualizaron un problema. Esto fue planteado para resignificar el concepto de función lineal.

De este modo la discusión se basó en analizar la relación funcional entre las tres variables (V , I , R), además de discutir cómo afectó las potencias de 10 a cada una de ellas, resaltando que en contexto es necesario establecer un dominio adecuado y finalmente la

necesidad de contar con un modelo matemático para interpolar valores que los instrumentos de medición no permitan fijar.

Estas relaciones se pueden resumir en algunos contenidos, pero en esta primera etapa de la experiencia se pudo trabajar con los siguientes:

- Magnitudes directamente proporcionales.
- Magnitudes inversamente proporcionales.
- Funciones. Concepto de función. Diferentes forma de expresar una función.
- Función Lineal. Interpretación de la pendiente.
- Unidades de medida. Cambio de unidades.

Luego del proceso de intervención los alumnos contestaron en su escuela un cuestionario a fin de evaluar si se cumplieron sus expectativas iniciales, que contenía las siguientes preguntas:

1) ¿La jornada de trabajo realizada en la universidad fue lo que esperabas? ¿Por qué?

2) Describe algo importante que aprendiste a partir de esa jornada:

3) ¿Qué te gustó más de la jornada de trabajo en la universidad?

4) ¿Qué te gustó menos de la jornada de trabajo en la universidad?

5) Después de esta experiencia, ¿cómo ves la universidad? ¿te interesa continuar estudiando en la universidad?

4.3 El trabajo en equipo y el lenguaje común

El equipo de profesores-investigadores estuvo constituido de 9 (nueve) profesores de Matemática, 3 (tres) profesoras de física y 3 (tres) profesores de Química. Como antes se mencionó, el equipo fue consciente de su papel y abertura hacia el otro, de forma que en las reuniones de trabajo cada área hizo el esfuerzo de explicar sus particularidades, simulando situaciones y resolviendo problemas con la ayuda de las demás áreas. Con esfuerzo y determinación para un trabajo en equipo fue posible vencer algunas dificultades de comprensión del área del otro, fue posible realizar un trabajo bastante motivador y de formación para todos. Prácticamente todos los miembros estuvieron presentes en todas las

reuniones de trabajo. En todo ese contexto, se considera que cada disciplina tiene sus métodos y un lenguaje tanto coloquial como simbólico propio. El trabajo en equipo consideró la premisa de que sería fundamental que todos los docentes trabajasen en buscar un lenguaje común, un lenguaje que pudiera ser comprendido por todo el equipo de trabajo y acorde al nivel educativo de los estudiantes, en este caso, secundario.

Simultáneamente en la clase, acompañaron a los alumnos 5 profesores de la escuela mencionada de las áreas: Física, Química, Matemática, Termodinámica y de Laboratorio.

Otras variables están siendo consideradas en todo este trabajo, como por ejemplo la dimensión afectiva y metacognitiva de los alumnos, profesores e investigadores, que en otro momento se pretende analizar.

5. Resultados

Al hacer el análisis del instrumento de expectativas previas se pudo obtener que 12 de 16 alumnos (75%) señalaron: *Querer conocer cómo se trabaja en la Universidad a través de una actividad práctica para el aprendizaje de las ciencias, querer compartir con sus compañeros y profesores una experiencia educativa fuera de la escuela y, querer relacionar los temas trabajados en la escuela con nuevas experiencias en Física, Química y Matemática.*

Y haciendo un análisis posterior del instrumento aplicado a fin de evaluar si se cumplieron las expectativas iniciales de los alumnos, se pudo comprobar que fueron satisfechas, ya que los comentarios de ellos señalan: *“Sí fue lo que esperaba”; “me gustó hacer estas prácticas”, “sí porque aprendí cosas nuevas y otras formas de aprender distintas cosas que en la escuela”, “no, fue más, porque pensé que iba a ser más aburrido y denso. Fue todo lo contrario, me divertí y aprendí más”, “capaz que esperaba un lenguaje más difícil por parte de los profesores y ellos bajaron el nivel para que podamos entender”, “sí, y mucho más. Sinceramente no sabía qué esperar pero más o menos lo que tenía en mente lo superó”, “realmente estas jornadas de trabajo superaron mis expectativas. Ojalá sea una experiencia que se vuelva a repetir”.*

Con respecto a cómo ven la Universidad y si les interesaría continuar estudiando en la UNL algunas respuestas fueron: *“La veo como otra meta. No estoy muy decidida qué seguir. Pero sí seguir estudiando”, “a la Universidad la veo como algo interesante. Me gustó mucho. Y me gustaría continuar estudiando”, “no sé. Todavía falta mucho. No creo seguir”, “veo la*

Universidad como una escuela normal y me gustaría llegar a poder estudiar en ella porque hay cosas para seguir aprendiendo”, “luego de esta experiencia la universidad es buen lugar para estudiar. Y me interesa seguir”, “de por sí tenía pensado seguir. Y con esta visita más, aunque no tengo bien definida la carrera”, “veo la Universidad como la escuela porque no es algo del otro mundo. Es un edificio donde te enseñan lo que vos quieres estudiar y en lo que te querés capacitar. Si me interesa, pero todavía no sé qué”.

A pesar de las expectativas de los estudiantes se mostraren positivas, en su gran mayoría, lo mismo no se pudo decir de las expectativas para la mayoría de los profesores-investigadores. Haciendo un análisis aún superficial sobre las expectativas de los profesores, creemos que esta variable puede haber interferido significativamente en el proceso de instrucción. En principio, estaban todos muy ansiosos y deseosos en poner en práctica la propuesta. Con la llegada de los alumnos en la facultad, todos si puso muy contentos, eufóricos. Un grupo si puso a pasear con los alumnos por la FBCB para mostrarles sus dependencias, después, otro llevó a los alumnos para hacer un pequeño lanche antes de empezar el trabajo. Una profesora-investigadora que trataba de observar las variables afectiva y metacognitiva observó que durante el proceso de intervención puede que la euforia haya sacado el protagonismo del alumno para dar lugar al protagonismo del profesor cuando estos deberían hablar menos y escuchar más a los alumnos. Al término de esta etapa, la profesora de Matemática que condujo el proceso de instrucción reveló que estaba insatisfecha con su actuación, pues inesperada e involuntariamente fue acomedida por una tensión emocional por estar siendo filmada y observada por otros profesores. Los profesores tanto de Física como de Química revelaron que a pesar de contentos con la experiencia necesitaban todavía de más tiempo para conducir mejor el trabajo programado. De modo general los profesores en esta primera etapa revelaron el cansancio sentido por las cuatro horas intensa de trabajo. A pesar de los alumnos no revelaren nada escrito a respecto del cansancio fue posible observar en sus “caritas” que ya era momento de parar mismo ellos mostrándose corajosos, indagadores, deseando todo el tiempo participar del proceso, sin duda, novedoso para todos. A pesar de algunas expectativas frustradas en relación a la enseñanza, de modo general, y mirando para el contexto del aprendizaje de los alumnos sí que si puede decir que hubo un nivel de satisfacción bastante significativo y positivo con toda esta experiencia.

Con respecto a los contenidos curriculares propuestos en esta experiencia, debe tenerse en cuenta que los mismos forman parte de los contenidos mínimos de Matemática, resultó que

los alumnos participantes tuvieron buena desenvolvura al contestar las preguntas planteadas y acompañaron en el razonamiento exigido en el encuentro.

Dado el buen nivel de los alumnos es que sus producciones escritas en el cuadernillo, fueron satisfactorias, si bien aún deben mejorar el lenguaje de la Ciencia Matemática, en forma coloquial, precisar dominio o intervalo de variabilidad, considerar que la representación gráfica de una relación lineal entre dos variables puede ser: una recta, una semirrecta, un segmento o incluso un punto; es decir saber distinguir una función sin restricciones en los posibles valores de su variable independiente de una función en un contexto aplicado.

En el contexto de los contenidos trabajados los cambios de escala son las actividades más difíciles para ellos, sin indicaciones no les resulta sencillo encarar la resolución de actividades que incluya este tipo de dificultad.

Para ilustrar parte de la propuesta se muestran fotos mientras los alumnos estaban trabajando en sus tres etapas: Primera etapa: se inician las actividades en el Laboratorio de Física (Foto 1), donde los alumnos deben armar el prototipo para poder iniciar las experiencias; Segunda etapa: los alumnos ingresan al Laboratorio de Matemática (Foto 2) para poder representar gráficamente sus datos en una planilla de cálculo; Tercera etapa: los alumnos trabajan en el Laboratorio de Química (Foto 3), para contestar parte de los interrogantes planteados: ¿el agua conduce la electricidad?



Foto 1. Grupo de estudiantes junto a los prototipos preparados para la experiencia de Física

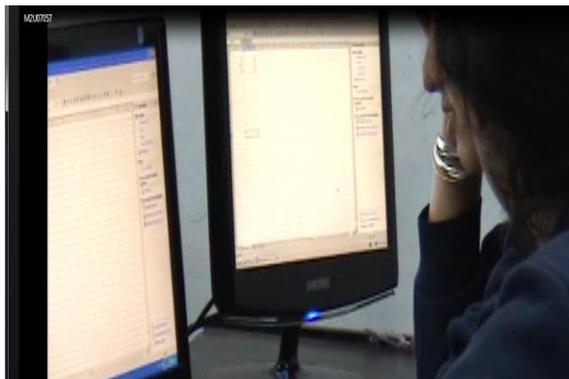


Foto 2. Grupo de estudiantes trabajando en el Laboratorio de Matemática



Foto 3. Grupo de estudiantes trabajando en el Laboratorio de Química

Aparte de todo esto y a modo de divulgación los alumnos que participaron de esta experiencia presentaron en la Exposición Anual de Trabajos de Aulas que organiza la escuela un video con las actividades realizadas en las instalaciones de la FBCB y además expusieron en forma oral lo que ya habían expresado en el cuestionario acerca del cumplimiento de sus expectativas iniciales.

6. Reflexiones finales

La forma de trabajo propuesta requiere de estrategias que permitan facilitar los procesos de aprendizaje y mejorar las acciones educativas. No es fácil llevar a cabo un trabajo de este tipo y el éxito no está asegurado, exige que se cumplan condiciones que pueden conducir a dificultades. Una de ellas, detectada en esta investigación, es la falta de formación de los docentes, tanto del nivel secundario como universitario, en la modalidad “interdisciplinaria”. La misma es una nueva concepción de trabajo y de enseñanza de las Ciencias, al menos para este equipo de investigadores.

En un contexto amplio, se considera que es necesario:

- Promover proyectos de investigación en educación en las universidades, en los que trabajen los docentes con los de otros niveles educativos;
- Fomentar becas para alumnos que aún no han ingresado a la universidad para que se los estimule a terminar la enseñanza secundaria con deseos de ingresar a la universidad o a la educación del nivel superior y que puedan permanecer en ella;
- Disponer de un espacio curricular para la enseñanza en Ciencias, capaz de concretar en el aula el desarrollo de propuestas que contemplen el trabajo interdisciplinario, sin dejar de lado la riqueza que tiene cada una de disciplinas en particular, contemplar la posibilidad que estén en todos los años del ciclo educativo desde los 13 a los 17 años, conocido en Argentina como ciclo de nivel medio, previo al ingreso a la universidad.

En un contexto particular, con este trabajo se iniciaron acciones que integran áreas, currículos y espacios educativos. La Universidad del Litoral ha abierto sus puertas a la comunidad (en concreto, la Facultad de Bioquímicas y Ciencias Biológicas) para la realización de prácticas de laboratorio de estudiantes de nivel secundario para que puedan conocer otro modo de hacer Ciencias.

La experiencia ha resultado positiva, hay que señalar la necesidad de vencer algunas barreras para la realización efectiva de proyectos dirigidas hacia una aproximación entre las comunidades educativas, si bien no siempre se cuenta con toda la difusión y el apoyo necesarios desde los Ministerios para poder llevar adelante proyectos educativos de este tipo.

7. Referências

AGGAZZI, E. **El desafío de la interdisciplinariedad**: dificultades y logros. Revista Empresa y humismo. v. 5 (2): 241-252, 2002. Disponible en <http://dspace.unav.es/dspace/bitstream/10171/5877/1/EVANDRO%20AGAZZI.pdf> (última consulta 19/12/2011).

ETCHEVERRY, G. J. La educación argentina, entre las peores del mundo. Una crisis que no reconoce antecedentes. In: **Diario Perfil**. Edición Impresa del 17/01/09, 2009. Disponible en <http://www.diarioperfil.com.ar/edimp/0330/articulo.php?art=12178&ed=0330>. (última consulta 23/11/2011).

CAÑON LOYES, C. **La Matemática Creación y Descubrimiento**. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. España, 1993.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. 9 ed. São Paulo: Cortez, 2008

GUSMÃO, T. C. R. S. **Em cartaz: razão e emoção na sala de aula**. 1. ed. Salvador: Edições UESB, 2009. 208 p.

GUZMÁN, M. de. **Enseñanza de las ciencias y la matemática Revista iberoamericana de educación**. N° 43, p. 19-58, 2007. Disponible en <http://www.oei.org.co/oeivirt/edumat.htm#A> (Última consulta 12/10/2011).

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN. **Informe final**. Comisión Nacional para el mejoramiento de la enseñanza de las ciencias naturales y matemática, 2007. Disponible en http://www.educaciencias.gov.ar/archivos/acercade/doc_comision.pdf (última consulta 8/10/2011).

MOREIRA, M.A. y CABALLERO, C. (Org.). **ENCUENTRO IBEROAMERICANO SOBRE INVESTIGACIÓN BÁSICA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS**, 1., Burgos. **Actas...** Burgos: Servicio de publicaciones de la Universidad de Burgos, 2003.

ORTOLANI, A.; ODETTI, H.; CARRERA, E. **¿Es posible cambiar la forma de enseñar ciencia? Un proyecto pensado para lograrlo**. En prensa, 2011.

PISA, 2009. Sitio oficial donde se encuentran los documentos: <http://pisa2009.acer.edu.au/multidim.php>.

SAEZ, M.; RIQUEARTS, K. El desarrollo sostenible y el futuro de la enseñanza de las Ciencias. In: **Revista enseñanza de las Ciencias**, 1996. 14 (2), 175-182.

STWART, J. **Cálculo**. Conceptos y Contextos. México: Editorial Thomson, 1999.

MANES, F. 2011. **Así trabaja la ciencia hoy**. La Nación, Diciembre de 2011. Disponible en <http://www.lanacion.com.ar/1435778-asi-trabaja-la-ciencia-hoy>, última consulta 30/12/2011.

PORTES, Alan L.; RAFOLS, Ismael. Is science becoming more Interdisciplinary? Measuring and mapping six research fields over time. In: **Scientometrics**, 2009. 81 (3), 719–745.

Sobre as Autoras

Stella Maris Vaira: Licenciada en Matemática Aplicada (FIQ-UNL). Especialista en Estadística Aplicada (INIE-CONICET-UNT). Profesor Asociado Exclusivo de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), Argentina.

Docente-Investigador Categoría III. Directora de proyectos tipo CAI+D en el área Educación Matemática y Modelos Matemáticos. Premios Nacionales por presentación de trabajos científicos en Congresos. Autora de diversas publicaciones en el ámbito nacional e internacional.

Email: stella.vaira@gmail.com

Liliana Ester Contini: Ingeniera en Construcciones - Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo - Ingeniera Laboral de la Universidad Tecnológica Nacional - Argentina. Especialización en Educación a Distancia - Facultad de Formación Docente en Ciencias - Universidad Nacional del Litoral. Magister en Biometría por la Universidad de Buenos Aires - Argentina. Actualmente Profesor Asociado, Dpto. de Matemática de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral - Argentina.

Email: lecontini@gmail.com

Tânia Cristina Rocha Silva Gusmão: Professora do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Mestre em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). Doutora em Didática da Matemática pela Universidade de Santiago de Compostela (USC), na Espanha, com o qual recebeu menção honrosa de Doutora Europeia. Pós-doutora pela Universidad Nacional del Litoral (UNL), Argentina. Desenvolve pesquisas em processos cognitivos, metacognitivos e afetivos no ensino-aprendizagem de matemática.

Email. professorataniagusmao@gmail.com

Elena T. Fernández de Carrera: Profesora de Matemática del Instituto del Profesorado de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), de la Licenciatura en Matemática Aplicada y de la Facultad de Ing. Química de la UNL. Master Science Biometría por la Escuela de Graduados Fac. de Agronomía Universidad de Bs. As. Profesor Titular con dedicación exclusiva. Directora del Departamento de Matemática de la Facultad de Bioquímica y Cs. Biológicas de la UNL. Autora de diversas publicaciones en el ámbito nacional e internacional.

Email: elenacarrera2@gmail.com

Olga Beatriz Avila: Ingeniera Agrónoma de la Universidad Nacional de Santiago del Estero - Argentina. Especialista en Estadística Aplicada - Universidad Nacional de Tucumán - Argentina. Master of Sciences in Statistics - Master of Sciences in Biometrics - PhD in Biometrics - Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia USA. Actualmente Profesor Titular, Area Estadística Dpto. de Matemática de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Litoral - Argentina.

Email: olga.beatriz.avila@gmail.com

Bárbara Mántaras: Licenciada en Ciencias de la Educación (FCE-UNER). Profesora de la Facultad de Humanidades y Ciencias (FHUC-UNL). Perteneciente al Programa de Mejoramiento Académico-Institucional (ProMAI) y al Área de Planeamiento de la (FHUC-UNL). Especialista en Prácticas docentes y en Didáctica de las Disciplinas. Participante del ciclo de Proyectos Educativos Innovadores. Ciclo de actualización para Maestros de Escuela Primaria.

Email: barbaram@unl.edu.ar

María de los Angeles Otarán: Licenciada en Ciencias de la Educación (FCE-UNER). Profesora de la Facultad de Humanidades y Ciencias (FHUC-UNL). Perteneciente al Programa de Mejoramiento Académico-Institucional (ProMAI) y al Área de Planeamiento de la (FHUC-UNL). Especialista en Prácticas docentes y en Didáctica de las Disciplinas. Participante del ciclo de Proyectos Educativos Innovadores. Ciclo de actualización para Maestros de Escuela Primaria.

Email: maotaran@hotmail.com