

# Mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática en Bioingeniería: Un desafío asumido desde la investigación-acción

por María Magdalena Añino, Marisol Perassi, Gabriela Merino, Emiliano Ravera, Gustavo Pita, Alberto Miyara y Diana Waigandt

---

## Resumen

En este trabajo se exponen las inquietudes y necesidades que, advertidas por un grupo de docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos (FIUNER), originaron un proyecto de Investigación Educativa de carácter interdisciplinario. Se describen también las dificultades y algunos resultados alcanzados en la realización del mismo. Se aborda la problemática del aprendizaje y la enseñanza de la Matemática en una rama de la Ingeniería intrínsecamente interdisciplinaria: la Bioingeniería.

## Abstract

The purpose of this work is to present the queries and needs perceived by a group of teachers at the Faculty of Engineering belonging to the National University of Entre Ríos (FI-UNER) which laid the foundations for an interdisciplinary educational research project. The difficulties encountered and some preliminary results are also described. The project addresses the problem of teaching and learning mathematics in an intrinsically interdisciplinary branch of engineering, i.e. bioengineering.

---

## I. Introducción

Hay un consenso general en cuanto a que la formación de grado en carreras de Ingeniería y en particular en Bioingeniería, no sólo debe proporcionar sólidos conocimientos sino que debe también ocuparse de desarrollar en el estudiante destrezas y habilidades que le permitan una actualización permanente, fomentar un pensamiento crítico, evaluar la información obtenida, reconocer cuándo sus conocimientos están obsoletos y decidir su formación continua. Para esto, es necesario organizar el aprendizaje de modo tal que estimule el desarrollo de dichas capacidades. Es por ello que se considera que la Matemática en esta carrera tiene como objetivos proporcionar los conocimientos necesarios para abordar las temáticas específicas, y además favorecer el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas que permitan a nuestros estudiantes un aprendizaje continuo y abordar la resolución de problemas con ingenio, creatividad y responsabilidad social.

De esta postura surge la necesidad de modificar roles y el desafío está planteado: ¿Cómo transformarnos en docentes «guías», «facilitadores del aprendizaje»? ¿Cómo brindar el espacio para que el estudiante deje de ser un

---

Los autores son docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos e integrantes de un proyecto de investigación educativa de carácter interdisciplinario sobre la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en Bioingeniería.

**Dirección de contacto:** maena@gigared.com

sujeto pasivo y pase a ocupar el centro de los procesos de enseñanza y de aprendizaje?

El reto de buscar respuestas a estos interrogantes fue asumido por los docentes de los cursos de Matemática correspondientes al segundo año de la carrera Bioingeniería, en los cuales se abordan los conceptos y métodos de dos ramas de la Matemática Aplicada: el Cálculo Vectorial y las Ecuaciones Diferenciales. El reconocimiento de la complejidad inherente a los procesos de enseñanza y aprendizaje, ha motivado a este grupo de docentes a profundizar en la situación iniciando un proceso de Investigación-Acción. Surge así un espacio interdisciplinario en el que profesionales del área de la Matemática, de la Ingeniería, de la Lengua y de las Ciencias de la Educación y estudiantes avanzados de la carrera de Bioingeniería reflexionan con el objetivo de intercambiar saberes para emprender el camino de mejorar las prácticas educativas.

## II. Marco teórico de referencia

Como marco teórico se han considerado aportes de la didáctica general, de la didáctica de la matemática, de la psicología cognitiva y cultural y de corrientes lingüísticas que proponen la enseñanza de la lectura y de la escritura a través del currículum.

El proceso de definir un marco de referencia comenzó con la explicitación de algunas habilidades a fortalecer en los estudiantes. Las mismas aparecen enumeradas en la Tabla N° 1.

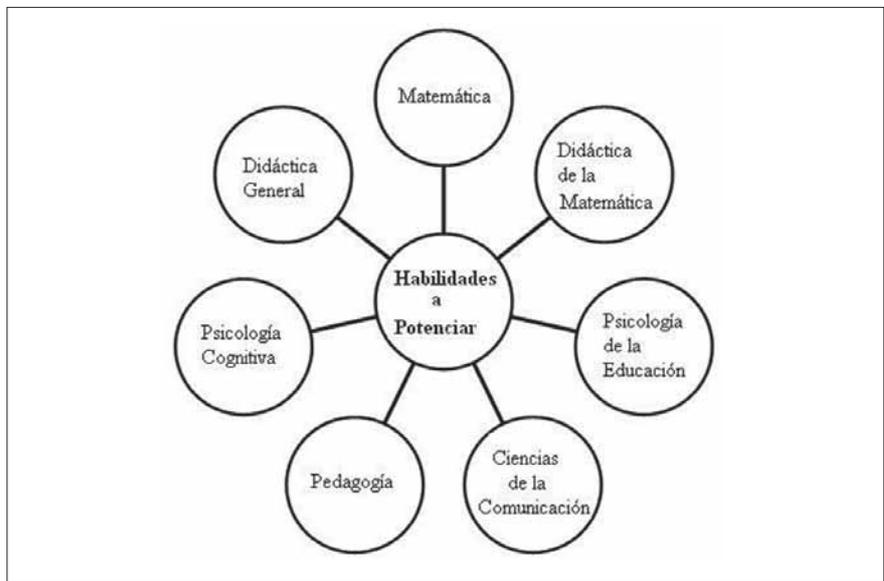
<p>Resolver problemas:                  Buscar información, seleccionar y clasificar datos, enunciar hipótesis, diseñar estrategias, construir y usar modelos matemáticos, evaluar diferentes procedimientos matemáticos, tomar decisiones, aplicar conceptos y propiedades matemáticas, conjeturar soluciones, estimar resultados, aplicar algoritmos, calcular, utilizar la tecnología informática, validar soluciones contemplando tanto el aspecto matemático como el contextual, interpretar resultados, analizar soluciones alternativas, otras.</p>
<p>Pensar y razonar:                  Seguir cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos, justificar los pasos de una demostración, valorar un argumento demostrando que es verdadero o falso, entender los diferentes mecanismos que se usan para efectuar demostraciones (directas, por reducción al absurdo, por contrarrecíproco), usar contraejemplos para refutar un enunciado matemático, entre otras.</p>
<p>Aprender de manera autónoma:                  Tomar el control consciente del aprendizaje, planificación y selección de estrategias, autorregulación y autoevaluación del proceso.</p>
<p>Trabajar con otros, comunicar procesos y resultados:                  Expresar conceptos, procedimientos y resultados empleando el lenguaje matemático en forma oral y escrita, entender su relación con el lenguaje natural, traducir del lenguaje natural al lenguaje simbólico, comprender el significado de expresiones matemáticas, manipular expresiones simbólicas y numéricas, emplear e interpretar un concepto u objeto matemático usando distintas representaciones (gráficas, simbólicas numéricas), transmitir ideas matemáticas con apoyo informático.</p>

**Tabla 1.** Habilidades a fortalecer desde los cursos de Matemática para futuros bioingenieros.

La relación entre las destrezas generales a desarrollar y las distintas disciplinas

que ofrecen, desde cada perspectiva, teorías y métodos para lograrlo, se muestra en la Figura N° 1.

En primer lugar, la resolución de problemas y el diseño son dos de las actividades propias de la ingeniería por lo tanto el desarrollo de las habilidades correspondientes constituye un punto central de atención a la hora de repensar la enseñanza en ingeniería (Crawley, Malmqvist, Östlund, Brodeur, 2007). El enfoque de la enseñanza de la Matemática basada en resolución de problemas, por sus características, brinda la posibilidad de fomentar una actitud reflexiva y creativa en los estudiantes si se desarrolla con una adecuada metodología. Schoenfeld (1992) describe diferentes categorías de conocimiento y comportamiento que aparecen involucrados en la actividad matemática considerada como *resolución de problemas*: el conocimiento de base (recursos), las estrategias de resolución de problemas (heurísticas), los aspectos metacognitivos (el conocimiento sobre el propio proceso del pensamiento o autorregulación durante la resolución del problema), los afectos y el sistema de creencias.



**Figura 1.** Distintas perspectivas disciplinares a considerar con el objetivo de diseñar estrategias didácticas tendientes a favorecer el desarrollo de las habilidades descriptas en la tabla N° 1.

El marco teórico de resolución de problemas, según este autor, se fundamenta en numerosos resultados del área de la psicología cognitiva, incorporando además los aspectos culturales. Es decir, el aprendizaje es culturalmente modelado: las personas desarrollan su comprensión sobre cualquier actividad a partir de su participación en lo que se ha dado en llamar la «comunidad de práctica», dentro de la cual esa actividad es realizada. Desde la perspectiva sociocultural del aprendizaje, la interacción social y el discurso, son elementos básicos para el desarrollo de los procesos cognitivos superiores. El aprendizaje es un fenómeno social donde los estudiantes adquieren los elementos necesarios para apropiarse del conocimiento a través de la interacción con los pares, profesores y el material. Además, Vigotsky (1986:133) destaca el concepto de zona de desarrollo próximo como «la distancia entre el nivel de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz».

Desde la psicología cognitiva también se retoma la perspectiva de la metacognición. Se entiende por *conocimiento metacognitivo* aquel que se refiere a cómo aprendemos, razonamos, recordamos. El conocer sobre la propia cognición permite tomar conciencia sobre nuestra manera de aprender y de esta forma comprender cuáles son algunos de los factores que pueden facilitar o dificultar el desarrollo de una actividad. La palabra *metacognición* significa literalmente «cognición sobre la cognición» o «conocimiento sobre el conocimiento». El término fue introducido por John Flavell, a principios de la década del 70 en función de sus investigaciones sobre el desarrollo de los procesos de memoria. Flavell (1979) distingue tres tipos de variables: personales (se refieren a las creencias que el sujeto tiene sobre los procesos cognitivos, de sí mismo y de las demás personas), de la tarea (se refiere a ser consciente de los recursos requeridos, dificultades, amplitud de una determinada tarea), de la estrategia (se refiere a las acciones cognitivas: atención, ensayo, elaboración, recuperación, entre otras, que el sujeto activa para la realización de un objetivo propuesto) (Mateos, 2001). Se sostiene que el docente puede promover el desarrollo de estas habilidades incorporando actividades de «carácter metacognitivo», es decir, actividades que generen control sobre el propio conocimiento, sobre la propia comprensión, de manera que los estudiantes puedan darse cuenta de lo que hacen, planifiquen y examinen sus propias producciones, identifiquen los aciertos y dificultades, empleen estrategias de estudio pertinentes para cada situación, valoren los logros obtenidos y evalúen sus errores.

Por otra parte, también se considera que las *habilidades de comunicación* aparecen como metas deseables en la formación de un profesional de la Ingeniería, ya que parte de su quehacer se desarrollará trabajando en equipos muchas veces interdisciplinarios, o con diferentes grados de formación, en los cuales deberá argumentar y expresar claramente sus ideas. Se puede decir que la comunicación «obliga» a volver sobre el propio pensamiento para precisarlo, justificarlo, organizarlo. La comunicación en Matemática incluye la presentación de un problema con contenido matemático en lenguaje natural, simbólico y gráfico, tanto en forma oral como escrita. Comunicar un concepto matemático, describir un objeto matemático a través de sus propiedades, mostrar un procedimiento, reproducir una demostración, exponer un desarrollo lógico, o la resolución de un problema hace posible el reconocimiento de ese conocimiento por parte del sujeto que lo expresa. Informar sobre lo producido implica necesariamente la reconstrucción de la acción realizada. El lenguaje formal matemático le permite al estudiante construir sus propios caminos de razonamiento y las estrategias a la hora de resolver problemas; permite además formalizar, precisar y simplificar ideas y conceptos abstractos, evitando diferentes interpretaciones causada por el lenguaje coloquial (Resnick y Ford, 1990). En tal sentido, es necesario que el estudiante esté capacitado para escribir, leer e interpretar el lenguaje formal de la Matemática así como también transferirlo a otros contextos.

La escritura en la universidad es un «método para pensar» y un instrumento para aprender. Escribir en la universidad puede ser no sólo un medio por el cual los estudiantes son evaluados sino también una herramienta para ayudarlos a desarrollar su pensamiento. Numerosas investigaciones señalan el potencial epistémico de la escritura (Olson, 1998), (Ong, 1987). Al mismo tiempo, la lectura es un proceso, cuyo aprendizaje se amplía y se enriquece a lo largo de la vida, en el cual el lector reconstruye el sentido del discurso escrito haciendo uso de sus competencias lingüísticas y de su conocimiento previo (Goodman, 1996) (Rosenblatt, 1996), (Cassany, 1999), (Solé, 2000). La lectura de textos específicos de cada asignatura en el marco de las prácticas académicas disciplinares exige un abordaje dentro del contexto propio de cada materia ya que son los especialistas en una determinada

disciplina los que pueden orientar y ayudar al estudiante a conocer y usar las convenciones de su propia materia. Ocuparse de la lectura y escritura de los universitarios en cada asignatura es necesario porque leer y escribir son herramientas involucradas en la comprensión y elaboración del conocimiento, son «estrategias» de aprendizaje y, como tales, precisan ser guiadas por los docentes a cargo de transmitir ese conocimiento disciplinar y de ayudar a que los estudiantes se apropien de él (Carlino, 2005).

Se han presentado en este apartado las fuentes teóricas de las cuales se nutre el trabajo del grupo. El objetivo de los párrafos siguientes es compartir las acciones realizadas y los cambios metodológicos implementados.

### **III. Encuadre metodológico**

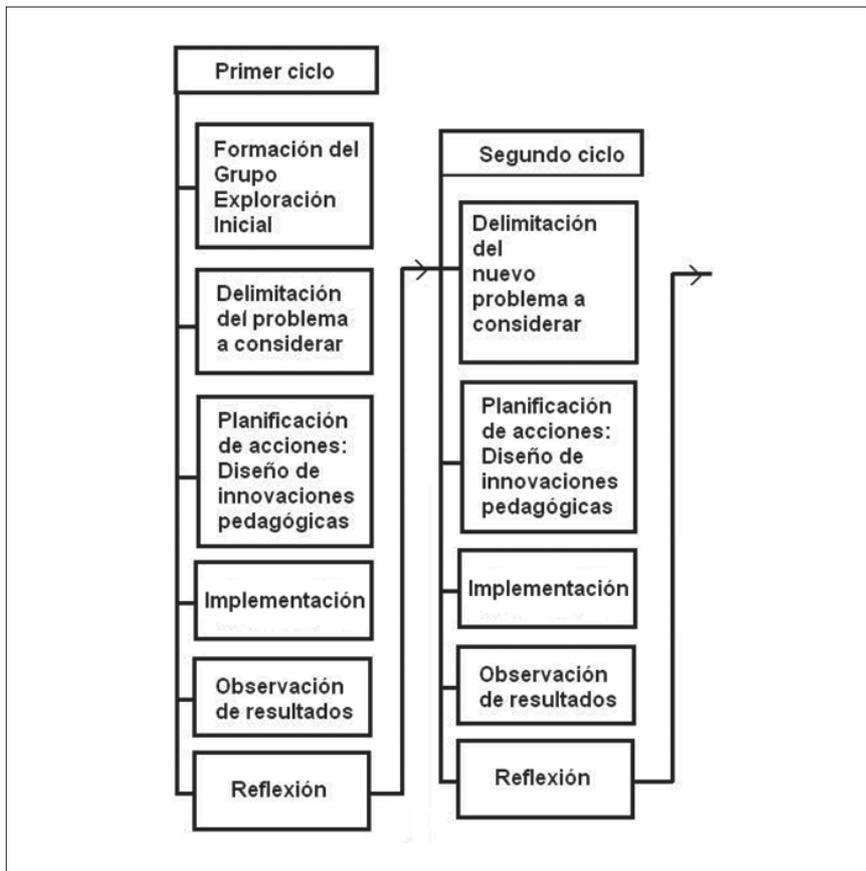
En el grupo se adoptó como metodología la Investigación – Acción (I-A). Se puede definir la I-A como el estudio de una situación (en este caso la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en el segundo año de Bioingeniería) para tratar de mejorar la acción en esta comunidad de docentes y estudiantes (Elliott, 1993), (Elliott, 2000), (Elliot, 2007), (Carr y Kemmis, 1988), (Kemmis y McTaggart, 1988).

El término I-A originalmente fue empleado por el psicólogo social Kurt Lewin en 1947. La metodología que desarrolló Lewin no estaba enfocada específicamente en lo educativo sino en procesos sociales en general. Durante la década del 70 investigadores de Gran Bretaña y Australia proponen un paradigma alternativo de investigación educativa que retoma el modelo de Lewin. Tanto John Elliot y Lawrence Stenhouse en Gran Bretaña como Stephen Kemmis en Australia buscaban desarrollar nuevas formas de producir conocimiento sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje y también sobre el desarrollo e implementación del currículum (Rudduck, 1995). En América Latina las líneas de trabajo desarrolladas por Paulo Freire, Orlando Fals Borda y Joao Bosco Pinto ponen el énfasis en la educación popular y en el ámbito de la educación no formal, (Denzin y Linco, 2003). Actualmente la I-A como movimiento ocupa un lugar relevante en diversos países como Gran Bretaña, Australia, Estados Unidos, Canadá, España, Alemania, Austria, Brasil, Colombia, el Salvador y Argentina, entre otros. Es así que se han desarrollado líneas de trabajo con diferentes matices. Según Elliott (2000), la I-A se centra en situaciones en las que están implicados los docentes, y que para ellos son problemáticas, que pueden ser modificadas y que, por lo tanto, admiten una respuesta práctica. Wilfred Carr y Stephen Kemmis (1988) expresan que la I-A no trata de conseguir fórmulas pedagógicas sino de llegar a fórmulas de acción que ayuden a la superación de problemas tomando decisiones que afecten al propio ejercicio profesional. Es lo que suele llamarse una investigación activa y vinculada a una mejora de la calidad de la educación. En esta metodología, la participación de quienes están involucrados en el problema a investigar se convierte en el eje articulador básico. Desde este punto de vista, cada docente es un investigador. La investigación y la docencia se integran. Por otra parte, permite abordar un problema en un contexto determinado, por lo cual durante el proceso de investigación se aumenta el conocimiento que se tiene sobre el ambiente en el cual se desarrolla.

En nuestro caso la comunidad está conformada por: Estudiantes del segundo año de la carrera de Bioingeniería que cursan las asignaturas Cálculo Vectorial y Ecuaciones Diferenciales, Profesores de dichas asignaturas los cuales tienen diferente formación de grado y posgrado (ingenieros con diferentes especialidades), la Asesora Pedagógica de la FIUNER y docentes del Departamento Humanidades e Idioma. Estos últimos son especialistas en Ciencias de la Educación y Lenguas. Además tienen o han tenido

contacto con los alumnos de segundo año a través de los talleres de ambientación universitaria para ingresantes, los cursos de idioma, de comprensión lectora y producción escrita, entre otras actividades. Es por este vínculo con los estudiantes que se considera que éstos son *miembros* del grupo y no «asesores externos». También forman parte de la comunidad los Auxiliares Docentes, los cuales son estudiantes avanzados y egresados de la carrera de bioingeniería, los Tutores pares, quienes son estudiantes de la carrera, que poseen formación específica en el campo de la pedagogía y de la psicología para desempeñarse como tales. Esta preparación se realiza a través de talleres organizados y coordinados por el Área de asesoría pedagógica y orientación vocacional, es un espacio institucional dependiente de la Secretaría Académica de la FI-UNER que fue creado a fines del año 2004.

La I-A se desarrolla a través de un proceso continuo, en espiral, en los cuales se define el problema, se planifican e implementan acciones, se observan y analizan los resultados obtenidos y se reflexiona sobre la experiencia con el objetivo de iniciar un nuevo ciclo en el cual se busca mejorar algunos aspectos deficitarios del ciclo anterior o resolver un nuevo problema el cual se hizo visible durante la experiencia realizada. Este proceso se ilustra en la Figura N° 2.



**Figura 2.** El proceso de investigación - acción se desarrolla a través de ciclos continuos de acción, análisis de resultados, reflexión sobre los mismos que da lugar a un nuevo ciclo.

#### IV. Acciones implementadas

Con el encuadre mencionado de Investigación-Acción, se han implementado

diversas acciones que aunque a simple vista puedan parecer pequeñas modificaciones, todas han sido útiles para lograr generar y posteriormente alimentar un proceso dinámico y participativo de reflexión y mejora de la práctica docente. En el punto de partida cabe mencionar la elaboración conjunta del Marco Teórico y el estudio de la metodología de investigación seleccionada. Este fue un largo proceso donde hubo encuentros y desencuentros entre los docentes de formación matemática o ingenieril y aquellos con formación pedagógica y en ciencias sociales, pudiendo finalmente llegar a fijar puntos de coincidencia, aunque todavía queda mucho camino por hacer en este sentido.

Luego de ello, se diseñaron e implementaron diversas acciones en el marco de las asignaturas mencionadas, algunas de las cuales fueron:

1. El *informe semanal* sobre la resolución de tres problemas que incluye una actividad metacognitiva.
2. *Trabajos de Laboratorio de Computación* que incorporan aspectos interdisciplinarios.
3. La *tutoría de pares* en las clases prácticas.

A continuación se describen las mismas:

### **1. El «informe semanal» sobre la resolución de tres problemas que incluye una actividad metacognitiva:**

La actividad consiste en la realización semanal de un trabajo grupal a partir del cual se elabora un informe. Cada grupo de tres integrantes resuelve tres problemas asignados por el profesor. En el informe grupal se detalla no sólo la información que se utilizó, los conceptos requeridos, métodos seleccionados, la justificación de la selección realizada, la descripción de los algoritmos utilizados, los resultados y conclusiones a los cuales arribó el grupo sino que se solicita que reflexionen sobre lo realizado y describan las dificultades encontradas. Con el objetivo de facilitar esta actividad los docentes proponen un cuestionario que cada grupo responde al final de cada informe. Este listado de preguntas ha sufrido modificaciones a lo largo del proceso de I-A, a partir de las experiencias realizadas.

A modo de síntesis se exponen algunas de las preguntas elaboradas y las diferentes categorías en las cuales se las ha clasificado, según el objetivo de las mismas:

- *Visualizar* la interrelación de conceptos: ¿Qué conceptos nuevos o propiedades usé?, ¿Qué conceptos de otros cursos apliqué?, ¿Qué nuevo problema puedo resolver con los conceptos de esta unidad que antes no podía?
- *Observar* el propio proceso: ¿Qué estrategias usé para comprender el enunciado de cada problema?, ¿Cuáles para diagramar el camino hacia la solución? ¿Encontré dificultades? ¿Cuáles?, ¿Cómo intenté solucionarlas?
- *Autoevaluar* el procedimiento de resolución: ¿Repasé los conceptos teóricos correspondientes a cursos previos?, ¿Realicé algún diagrama que explique las sucesivas etapas del proceso de resolución?, ¿Hice una justificación teórica de cada paso realizado?, ¿Verifiqué los resultados intermedios?, ¿Discutí métodos alternativos para alguna etapa del proceso o del procedimiento general?
- *Detectar* dudas: ¿Comprendí los conceptos que usé? ¿Pude aplicarlos? ¿Qué dudas quedan? ¿En qué tema necesito una nueva explicación del docente?

El objetivo de esta tarea, incluida desde el año 2008, es desarrollar en el estudiante una actitud reflexiva, potenciar la metacognición, favorecer un ejercicio de

autoevaluación y tender a generar mayor autonomía en el aprendizaje. Los informes se discuten y analizan grupalmente en las clases de práctica en la cual el docente actúa como coordinador. Asimismo, esta actividad permite a los docentes conocer mejor el proceso de aprendizaje de los estudiantes, identificar las dudas o errores más reiterados, y actuar en consecuencia.

## **2. Trabajos de Laboratorio de Computación:**

En el Trabajo de Laboratorio de Computación se proponen problemas integradores y vinculados a la Bioingeniería, para ser resueltos con la herramienta informática. Se trata de aprovechar la potencialidad numérica, gráfica, simbólica y de cálculo del software matemático disponible.

Estos trabajos se diseñan de manera que en la realización de los mismos se apliquen los procedimientos matemáticos generales que contribuyen a la formación de un ingeniero, tales como modelizar, simular, graficar, calcular, comparar, algoritmizar, resolver, interpretar, pero también aplicar definiciones, enunciar hipótesis, refutar ideas, vinculando permanentemente la teoría con la práctica y las aplicaciones propias de la bioingeniería adecuadas para un segundo año.

Estos trabajos prácticos se organizan sigue de manera que el primero tiene como objetivo adquirir dominio del software matemático, así en la segunda instancia pueden abordar con menos dificultades problemas que requieren hacer un análisis holístico de los mismos.

El estudiante tiene libertad para realizarlo en el tiempo que considere oportuno trabajando en un grupo de tres integrantes, la única restricción es la fecha de entrega la cual coincide con la evaluación parcial del tema correspondiente. De esta manera la realización del trabajo tiene que contribuir al aprendizaje de los contenidos que serán evaluados.

## **3. Incorporación de Tutores pares en clases prácticas:**

Los Tutores son estudiantes avanzados de la carrera de Bioingeniería, que a partir del año 2010 se han incorporado a las clases prácticas con el objetivo de colaborar con los docentes en el seguimiento personalizado del proceso de aprendizaje de los estudiantes. Se diferencian de los auxiliares docentes ya que no desarrollan clases sino que son un apoyo para los estudiantes que muestran otros tiempos en el aprendizaje y presentan dificultades relacionadas con la comunicación entre compañeros y con los docentes, la realización de trabajo en equipo, las exposiciones orales, el uso de las estrategias de aprendizaje y la carencia de ciertas habilidades básicas para abordar la resolución de un problema. Como ejemplo, una tarea concreta que realizan los Tutores es acompañar y orientar a los estudiantes en las actividades metacognitivas y reflexivas incluidas en los *informes semanales* (descriptos anteriormente). De este modo, la actividad de los Tutores complementa a la actividad de los docentes.

## **V. Algunas conclusiones y reflexiones**

Según los datos indicados en la Tabla N° 2, se ha observado un aumento en la cantidad de alumnos que logra la promoción directa de la asignatura Ecuaciones Diferenciales. Esta condición se logra con el 80% de informes semanales presentados y debatidos en clase, promedio 8 o superior en dos evaluaciones parciales que comprenden teoría y práctica y promedio 8 o superior en los dos trabajos de laboratorios integradores.

	Regulares	Promocionados	Libres
Año 2009	44%	17%	39%
Total: 46 alumnos	20 alumnos	8 alumnos	18 alumnos
Año 2010	41%	34%	25%
Total: 59 alumnos	24 alumnos	20 alumnos	15 alumnos

**Tabla 2.** Rendimiento Académico de los estudiantes que cursaron Ecuaciones Diferenciales en el segundo cuatrimestre de los años 2009, 2010.

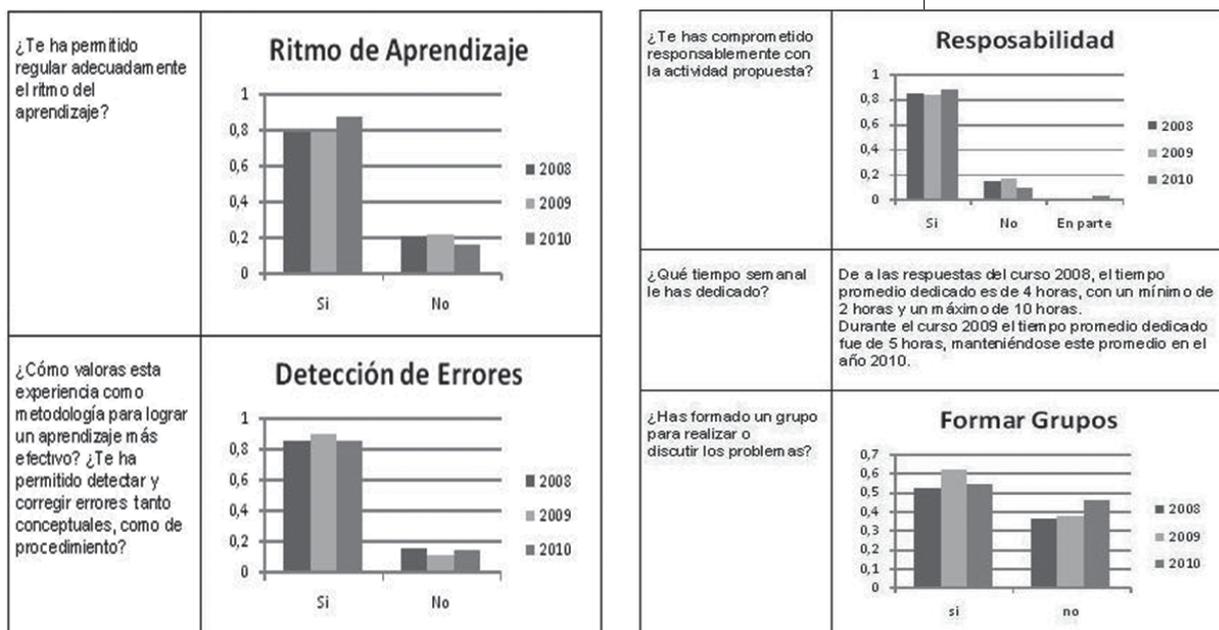
Con el objetivo de evaluar la percepción de los estudiantes respecto de la realización del *informe semanal*, se elaboró una encuesta que fue tomada a los alumnos de los cursos 2008, 2009 y 2010. Las preguntas y sus correspondientes resultados se muestran en la Tabla N° 3. Se observa que en promedio el 85% de los alumnos consideraron que la experiencia resultó útil y necesaria para un mejor desempeño ya que ayudó a comprender conceptos y corregir errores; el 15% expresó que no fue positiva fundamentalmente por no respetar el ritmo individual, por demandar demasiado tiempo.

Asimismo, se transcriben algunos testimonios, de los docentes de las clases prácticas, Auxiliares Docentes alumnos y Tutores. Los docentes destacan cambios positivos: «casi ningún alumno viene sin haber intentado resolver los problemas», «se observa un aprendizaje gradual y continuo, profundizan los conceptos vistos en teoría y coloquio». En cuanto a los aspectos negativos o dificultades en la implementación de esta actividad, los docentes plantearon cuestiones tales como: «resulta difícil distribuir el tiempo entre el control del trabajo individual y la discusión grupal para explicar temas en los que se detectan fallas generalizadas en el grupo» y «El número de alumnos elevado por comisión impide que se pueda hacer un seguimiento más personalizado».

Los Jefes de trabajos prácticos y Auxiliares Docentes alumnos que acompañan a los alumnos en la realización de los trabajos de laboratorio han manifestado apreciaciones tales como: «Como formadores notamos muy valiosa esta instancia donde los alumnos pueden volcar los conceptos matemáticos adquiridos en problemas concretos, que representan situaciones reales.» «Resultan motivadores, despiertan el interés en temas abstractos, puramente matemáticos, necesarios para el entendimiento de problemas que se relacionan con actividades de la futura vida profesional».

Por otra parte la evaluación que los Tutores realizan de sus actividades es en general positiva. En informes que han elaborado plantean que las tutorías sirven para que «el alumno no sea un número, para reconocer cuáles son sus dificultades y ayudarlos a superarlas» y para reconocer que «todos podemos aprender de diferentes maneras, que cada uno de nosotros tenemos nuestros tiempos y mecanismos». También observan que los alumnos «llegando al final del cuatrimestre, (...) se animaron a discutir entre ellos distintos procesos de resolución permitiendo así demostrar que estaban razonando y aplicando los conocimientos.»

A modo de reflexión final este grupo resalta que a pesar de lo complejo de llevar a cabo un proceso de Investigación-Acción, dada la naturaleza de esta metodología que implica la participación de todos los involucrados, con distintas motivaciones, diferentes maneras de comprender los fenómenos y diversas perspectivas disciplinares, ha sido ese mismo cruce entre la I-A y la interdisciplina lo que ha permitido realizar cambios en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Los mismos no fueron solamente abordados desde la disciplina matemática y esto implicó para los docentes un cambio de mirada al incorporar otros modos de verlos por ejemplo desde la pedagogía y la lingüística, y con un sentido de investigación que supone formalizar, sistematizar, reflexionar continuamente.



**Tabla 3.** Resultados de las encuestas realizadas para evaluar la percepción de los estudiantes en referencia al informe semanal.

Se ha intentado mostrar en el presente trabajo, como la Investigación-Acción ha permitido a un grupo interdisciplinario de docentes realizar modificaciones en las metodologías de enseñanza y de evaluación en función del marco de referencia conceptual que se ha discutido, construido y a partir del cual se evalúan dichas modificaciones. En este sentido, se considera que es una herramienta valiosa para la profesionalización de la tarea docente universitaria.

### Referencias bibliográficas

- CARLINO, Paula (2005). *Escribir, leer y aprender en la Universidad: Una Introducción a la Alfabetización Académica*. S.L. Fondo de Cultura Económica. Edición Primera. Buenos Aires.
- CARR, Wilfred. y KEMMIS, Stephen (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación- acción en la formación del profesorado*. Martínez Roca. Barcelona.
- CASSANY, Daniel (1999). *Construir la escritura*. Paidós. Barcelona.
- CRAWLEY, Edward; MALMQVIST, Johan; ÖSTLUND Soren; BRODEUR, Doris (2007). *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. Springer. New York.
- DENZIN, Norman (Eds.) y Lincoln, Yvonna (Eds.) (2005). *The SAGE handbook of qualitative research*. SAGE publications. Thousand Oaks.
- ELLIOTT, John (2000). *La Investigación acción en educación*. Editorial Morata. Madrid
- ELLIOTT, John (2007). *Reflecting Where the Action Is: The Selected Works of John Elliott*. Routledge. London.
- ELLIOT, John (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*, Editorial Morata. Madrid.
- FLAVELL, John (1979). *Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry*. *American Psychologist*, 34 (10): 906-911.
- GOODMAN, Kenneth (1996). *La lectura, la escritura y los textos escritos: una perspectiva transaccional sociopsicolingüística*. En *Textos en contexto 2, Los procesos de lectura y escritura*. IRA. Buenos Aires.
- KEMMIS, Stephen y MCTAGGART, Robin (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Laertes. Barcelona.

- Kemmis, Stephen y McTaggart, Robin (1988). The action research reader. Deakin University Press, Third edition. Australia.
- MATEOS, Mar (2001). Metacognición y educación. Aique. Buenos Aires.
- OLSON, David (1998). El mundo sobre el papel. El impacto de la escritura y la lectura en la estructura del conocimiento. Gedisa. Edición original en inglés de 1994. Barcelona.
- ONG, Walter (1987): Oralidad y escritura, tecnologías de la palabra. Fondo de Cultura Económica. Edición original en inglés de 1982. México.
- RESNICK, Lauren y FORD, Wendy (1990). La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos. Paidós/MEC. Barcelona.
- ROSENBLATT, Louise (1996). La teoría transaccional de la lectura y la escritura. Textos en contexto. Los procesos de lectura y escritura. A.I.A. Lectura y Vida. Buenos Aires.
- RUDDUCK, Jean (Ed.) (1995). An education that empowers: A collection of lectures in memory of Lawrence Stenhouse. Multilingual Matters. Philadelphia.
- SCHOENFELD, Alan (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in mathematics. Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning: 334-370. Macmillan. New York
- SOLÉ, Isabel (2000). Estrategias de lectura. GRAO. Barcelona.
- VIGOSTSKY, Leontiev (1986). Pensamiento y lenguaje. La Pléyade. Buenos Aires.



