

DESAFIOS EN LA FORMACIÓN BÁSICA DEL INGENIERO

**María Alicia Gemignani, María Itatí Gandulfo, Maricel Vanesa De Zan, Cristian Cellino,
Melina B. Zapata, Irma M. Benitez, Roxana G. Ramirez, Jorge Brandolín, Juana Gomez,
Magalí J. Soldini, Juan J. Stivanello, Milton Martín**

Departamento Materias Básicas, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná
Av Almagro 1033, 3100, Paraná, Entre Ríos

alicia.gemignani@gmail.com, mariagandulfo@gmail.com, maricelvdezan@yahoo.com.ar,
cristiancellino@hotmail.com, zapatamelina@hotmail.com

Resumen— La intensa dinámica de los cambios, el avance de la tecnología y la necesidad de formar profesionales competentes que se adapten fácilmente a las exigencias del mundo del trabajo, interpelan a las instituciones educativas y demandan a los docentes la generación de formas de enseñanza que promuevan la creatividad y la innovación desde el comienzo de su carrera. Una de las disciplinas básicas en la formación del ingeniero es la Matemática, ya que atraviesa y vincula a las diferentes áreas de conocimiento del Ingeniero. Su abordaje, mediante metodologías que colocan a los estudiantes como protagonistas y principales responsables de su aprendizaje, ayuda a la comprensión, la motivación y la creatividad.

En el presente trabajo se reflexiona sobre algunos resultados de la implementación de una propuesta metodológica para la enseñanza de la Asignatura Análisis Matemático I en la Facultad Regional Paraná de la Universidad Tecnológica Nacional. En el marco de un proyecto de investigación se proponen situaciones de aprendizaje que pretenden interpelar a los estudiantes y situar a los docentes en el papel de generadores y conductores del conocimiento y se indaga sobre efectos y percepciones de actores involucrados.

Palabras clave—*Estrategias de enseñanza, Aprendizaje activo, Análisis Matemático I.*

1. Introducción

Las políticas educativas se han centrado en acreditación e internacionalización de la educación en ingeniería y en elevar la producción de investigación, pero hace falta cambiar el modelo educativo, hacia una educación más centrada en el estudiante a partir de las necesidades sociales (Rodríguez & Peña) [1].

Si los métodos de cómo se educan los ingenieros deberían o no cambiar, es tema de debate. Innegablemente la educación en ingeniería ha producido y sigue produciendo ingenieros notables, que como lo han hecho históricamente, producen cambios sociales, innovando y generando nuevo conocimiento. Pero tampoco se puede negar que las instituciones que educan a esos ingenieros enfrentan problemas, como la retención de los estudiantes y la rápida transformación de las tecnologías de la información para responder a las demandas estudiantiles. Tampoco se puede negar que numerosas

asociaciones educativas, comerciales y empresariales piden modificar el conocimiento y las competencias de los egresados en ingeniería.

Actualmente, el CONFEDI, ha producido un documento referido a los estándares de calidad de formación de los ingenieros argentinos. Entre otros aspectos de importancia para la enseñanza, se establecen las competencias que deben ser consideradas como referencia para el ingreso y otras que corresponden a las competencias de egreso de una carrera de ingeniería. Estas incluyen habilidades tales como la comunicación, la creatividad, el pensamiento crítico, el conocimiento interdisciplinario, el trabajo en equipo, la capacidad para resolver problemas, la flexibilidad y la adaptabilidad, el aprendizaje autónomo y el desarrollo profesional continuo.

El conocimiento parece ya no ser suficiente, los estudiantes deben estar equipados con habilidades y competencias para trabajar y producir en contextos globales y hacer frente a los desafíos actuales. Se necesita una nueva visión de aprendizaje para la educación en ingeniería centrada en los estudiantes y que al mismo tiempo los prepare para la incertidumbre del futuro.

En el marco del Proyecto de Investigación “Enseñanza y aprendizaje de la matemática en los alumnos de los primeros años de las carreras de ingeniería. Criterios y pautas para la orientación y la retención”, que se desarrolla en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná, (UTN-FRP), se trabaja en la búsqueda de estrategias para disminuir los índices de desgranamiento y abandono y en la mejora de la calidad de la enseñanza.

En un entorno de aprendizaje centrado en el estudiante las actividades de enseñanza están desempeñando un papel diferente que en el ambiente tradicional centrado en las clases. Este papel en general afirma, siguiendo a Zimmerman & Lebeau [2], que la actividad de enseñanza debe enfatizar el “aprendizaje haciendo”. Se debe animar a los estudiantes a analizar, interpretar y predecir la información y deben ser apoyados para fomentar enfoques nuevos basados en experiencias pasadas. A los estudiantes se les debe facilitar la comunicación con los demás, lo que implica una interacción intencionada con los profesores y compañeros de estudio.

Además, los profesores también deben desarrollar métodos para ayudar a los estudiantes a relacionar las teorías y sus experiencias pasadas con la práctica, a tener una reflexión y evaluación regular sobre sus actividades de aprendizaje y a convertirse en estudiantes autónomos.

En los Seminarios introductorios a las carreras de ingeniería, se observa la insuficiente preparación con que los estudiantes llegan a la universidad, lo que dificulta los aprendizajes posteriores de matemática. Estas pocas semanas de preparación no son suficientes para lograr las competencias necesarias. Los estudiantes de primer año tienen una percepción negativa en cuanto al dominio de conceptos básicos requeridos para aprender Análisis Matemático 1, condición que atribuyen a factores internos como falta de estudio, desconcentración, desmotivación, o ausencia de métodos de estudio adecuados. Algunos de los factores externos mencionados son la falta de tiempo y la deficiente preparación en el nivel medio. También el profesor, como mediador de procesos de aprendizaje, es fuente de experiencias positivas o negativas para el estudiante.

En este contexto, es de fundamental importancia proponer innovaciones pedagógicas en un avance hacia la reducción de los índices de deserción y repitencia, contribuyendo al desarrollo de nuevas y mejores herramientas para acceder al conocimiento.

Para encarar el proceso de enseñanza y aprendizaje dentro del contexto descrito, es primordial la implementación de propuestas pedagógicas y didácticas que permitan acceder al conocimiento en forma activa y continua, que interpelen a los estudiantes a gestionar su aprendizaje de acuerdo a sus necesidades y que mantengan el interés por el esfuerzo que conlleva el estudio. Por ello, en el año lectivo 2017 se propuso un cambio de metodología para el desarrollo de la Asignatura Análisis Matemático I en nuestra Regional tendiente a fortalecer la formación teórica-práctica de los estudiantes desde el comienzo de su carrera.

La metodología de enseñanza se orientó a potenciar el desarrollo de capacidades cognitivas en los estudiantes, prevaleciendo la comprensión de los conceptos a través de un método activo que pretendía guiar en la formación del pensamiento lógico matemático. El cambio propuesto radica fundamentalmente en la modificación de las clases magistrales a clases activas, centradas en el estudiante, en la modalidad de aula taller.

Siguiendo la lógica del trabajo profesional del ingeniero que involucra la participación colaborativa con otros profesionales, se proponen para el aula tareas grupales con actividades guiadas, motivadas con un problema o un disparador que genere la necesidad de desarrollar los conceptos de la asignatura. Con el propósito de lograr un aprendizaje más significativo, se utilizan distintas estrategias didácticas como: clase invertida, investigación bibliográfica, resolución de problemas, simulaciones, entre otras.

En la clase previa, se entrega a los alumnos guías de trabajo para que investiguen y procuren información que deben llevar a la clase siguiente con una lectura previa. Esta actividad está orientada a la motivación y a la generación de interrogantes que se solucionarían con el desarrollo de los temas de la asignatura.

El profesor, mediante el interrogatorio y la interacción, orienta a los estudiantes para reafirmar los conocimientos previos necesarios para favorecer el aprendizaje. Posteriormente se propone trabajar en forma grupal para culminar el trabajo indicado en las guías con la posibilidad de consultar con los docentes las dudas que surgen, siendo el profesor un orientador para el estudio independiente, promoviendo la discusión de resultados. Dependiendo del tema, se entrega una guía de estudio, un link a una actividad interactiva que desarrolla el tema a tratar, o la lectura autónoma de un texto. Con estos materiales el alumno debe buscar información que le permita resolver problemas, realizar esquemas, mapas conceptuales, cuadros sinópticos o cuestionarios que se ponen en común para visualizar la comprensión. Las actividades son principalmente teóricas-prácticas.

En clases posteriores se resuelven y discuten en forma individual y/o grupal, ejercicios elegidos de acuerdo a creciente grado de dificultad, ejercitación propuesta del texto seleccionado, o resolución de problemas relacionados con las diferentes especialidades, que previamente se publicaron en el campus de la cátedra. Estas clases son tutorizadas por los auxiliares y por adscriptos a la cátedra. Al finalizar las mismas, los docentes dejan constancia de esta actividad que se denomina “actividad semanal”. En el laboratorio de computación, o en forma individual fuera del horario de clase, el estudiante contó con asistencia de alumnos becarios para asesoramiento sobre uso de

software específicos, facilitadores de la enseñanza del Cálculo. Esto permitió incentivar el aprendizaje con herramientas computacionales facilitando la comprensión de los conceptos, visualizando tendencias, aproximando resultados o refutando hipótesis. Cabe destacar que los estudiantes por sí solos son capaces de buscar y seleccionar software que ayudan en la representación gráfica y solución de problemas. La mayoría de ellos pueden ser trabajados con el celular.

Al finalizar el primer año de puesta en práctica de la experiencia, se realizaron encuestas y consultas a estudiantes y docentes para recabar opiniones y ahora las presentamos en este trabajo.

2. Metodología

En la FRP de la UTN se dictan tres carreras de ingeniería: Ingeniería Civil, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Electromecánica. Estos alumnos están distribuidos en cinco comisiones que al inicio del año son aproximadamente cincuenta estudiantes por curso. La asignatura Análisis Matemático I es homogénea para todas las carreras y la experiencia se aplicó a la totalidad de alumnos inscriptos en ella. El equipo docente está formado por dos profesores por curso y con el apoyo de un adscripto y dos alumnos becarios de cursos superiores.

Las condiciones de aprobación directa de la asignatura fueron: 1) entrega de las actividades semanales, 2) promedio mayor o igual a 70 puntos y no menos de 65 en ninguno de los cuatro parciales teórico-práctico, 3) aprobación de dos Trabajos Prácticos Integradores realizados con la asistencia de un software. Los alumnos que no alcanzaron el promedio requerido en los parciales, pero obtuvieron promedio mayor o igual a 40, con no menos de 50 en el último parcial, quedaron como alumnos regulares y accedieron al examen final.

Se realizaron reuniones semanales con los profesores responsables de cada curso para organizar las actividades y evaluar el proceso y mensuales con la totalidad del equipo docente. Al finalizar el dictado se registraron y evaluaron las opiniones de los docentes sobre el tiempo que demandaron las actividades, la comprensión de los alumnos, la calidad de la participación, el rendimiento de los alumnos, entre otros aspectos.

Para recabar la opinión de los alumnos sobre la experiencia, se aplicó una encuesta anónima a los estudiantes en oportunidad de la última evaluación, la que fue contestada por 118 alumnos, de los cuales, 64 eran ingresantes, 46 recursantes y 8 alumnos no contestaron este ítem. Mediante la escala de Likert, los estudiantes manifestaron el grado de conformidad sobre los tópicos enunciados anteriormente, teniendo un espacio para agregar sugerencias y opiniones libres.

3. Resultados y Discusión

El rendimiento de los alumnos del 2017 se comparó con el rendimiento obtenido en 2016. Las exigencias en el promedio de los parciales en uno y otro caso fueron iguales. (Observación: no se considera la cantidad de inscriptos en la asignatura, sino la cantidad de alumnos que rindieron el primer parcial).

En la tabla y gráfico 1 se observa que la metodología activa implementada en el año 2017 tiene un mayor porcentaje de alumnos que lograron la promoción directa de la asignatura y disminuye el porcentaje de alumnos libres.

Tabla 1. Cuadro comparativo de rendimiento en años 2016 y 2017.(Fuente: elaboración propia)

Cantidad	2016	2016 en %	2017	2017 en %
Libres	116	53%	95	44%
Regulares	51	24%	43	20%
Aprobación Directa	50	23%	78	36%

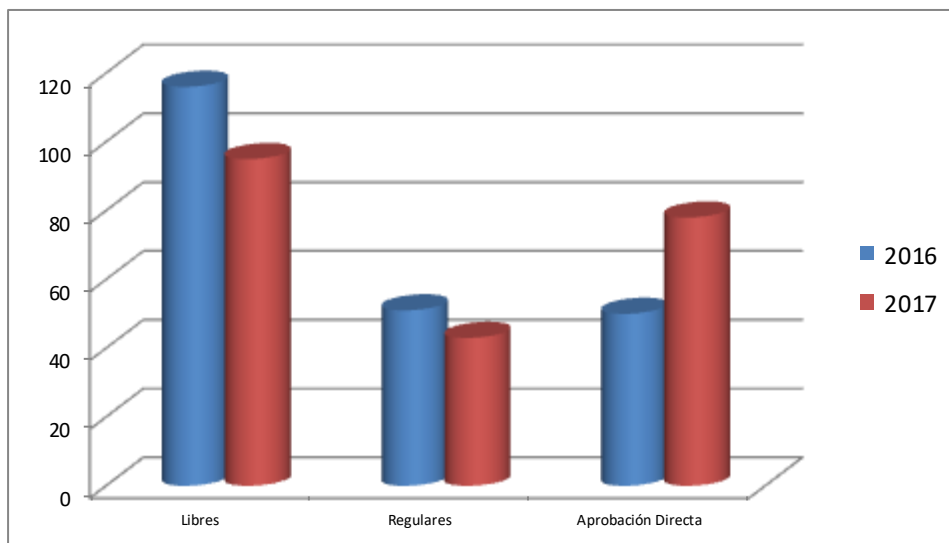


Fig. 1. Gráfico comparativo de rendimiento 2016-2017.

A continuación, se describen y analizan los aspectos tratados en la encuesta realizada a los estudiantes al finalizar el cursado de la asignatura transcribiendo cada aspecto indagado:

- *Teniendo en cuenta que 4 corresponde a "Siempre entregué en tiempo y forma" y 1 "Nunca entregué en tiempo y forma", como evaluarías tu cumplimiento con la entrega de las guías de actividades.*

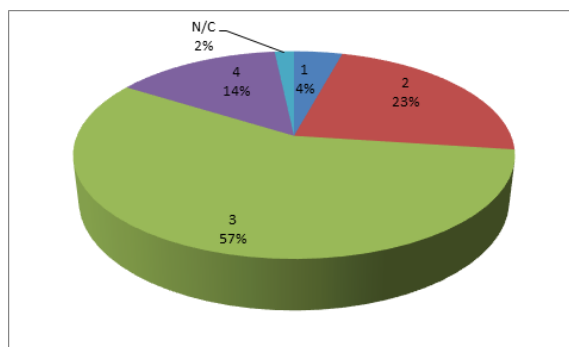


Fig. 2. Cumplimiento en tiempo y forma de la entrega de actividades semanales.

- *¿Te sirvió la preparación de guías para entender los temas? Evalúa en qué medida.*

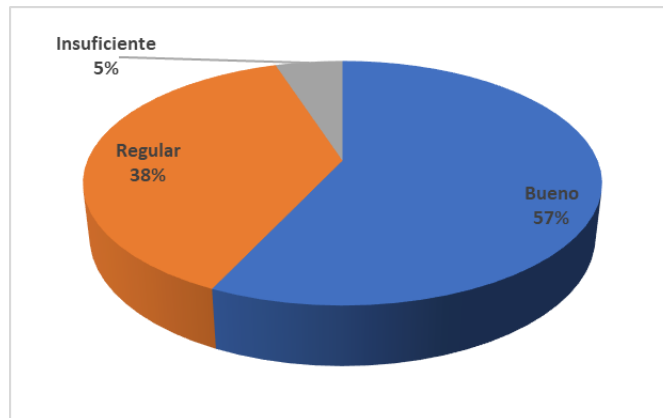


Fig. 3. Utilidad de la preparación de las guías para entender los temas de Análisis Matemático I.

Observamos que sólo el 14% de los estudiantes manifiestan haber entregado en tiempo y forma las actividades. Esto se enmarca en la inmadurez propia de los adolescentes que todavía no asumen la importancia del cumplimiento de los cronogramas pautados por la cátedra para el logro de los aprendizajes. Sin embargo, el 57% reconoce la utilidad de la preparación de las guías para la gestión del aprendizaje.

- *¿Trabajaste en las guías discutiendo con tu grupo o trabajaste solo?*

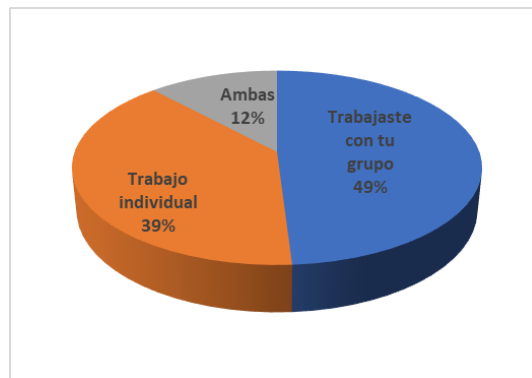


Fig. 4. Discusión de los temas en el grupo.

- *¿Dividían las tareas o en forma grupal elaboraban las respuestas?*

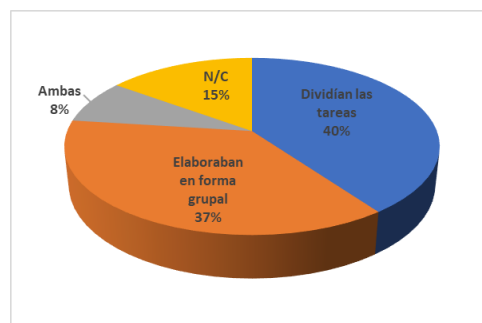


Fig. 5. Dinámica de la tarea en grupo

El 39% reconoce haber trabajado en forma individual, a pesar de que en la cátedra se hizo hincapié en la importancia del trabajo colaborativo para la discusión de las actividades y en los beneficios del intercambio de ideas dentro del grupo para la construcción significativa de los conceptos.

- *¿La bibliografía te resultó suficiente? ¿Necesitaste de otros recursos para comprender los temas?*

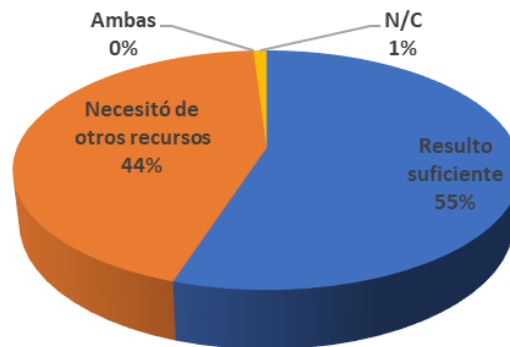


Fig. 6. Opinión sobre los materiales de estudio.

El 44% de los estudiantes necesitaron otros recursos para completar sus tareas y el 55% sólo ocupó la bibliografía de la cátedra. En las clases se insistió sobre la utilidad de diversificar las fuentes de información para una mejor comprensión de los temas.

- *En las instancias expositivas de cierre, ¿pudiste mantener la atención durante todo el desarrollo?*

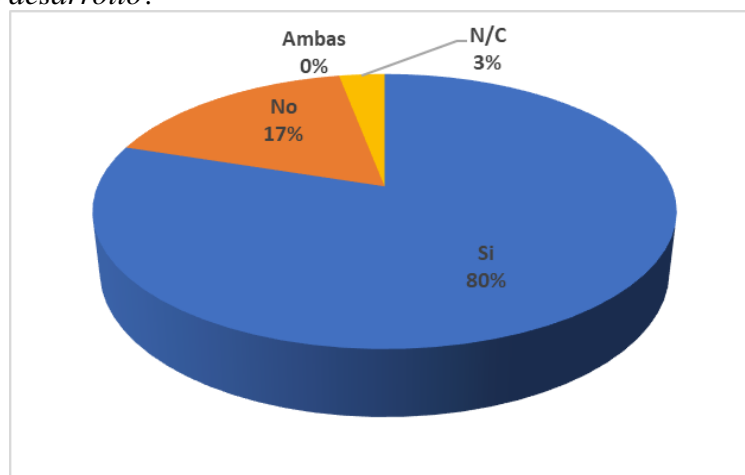


Fig. 7. Porcentaje de alumnos que mantuvieron la atención en las instancias expositivas.

En la instancia de cierre de la clase, luego del trabajo grupal, se realizó una puesta en común y un breve desarrollo formal teórico expositivo, aclarando los tópicos que causaron mayor dificultad en su comprensión en el interior de cada grupo. En esta

instancia, un alto porcentaje, (80%), reconoció que pudo mantener la atención en la explicación.

- *¿Qué consideras más provechoso para comprender los temas? a) Explicación del profesor sin guías previas. b) Introducción del tema a partir de guías. Justifica.*

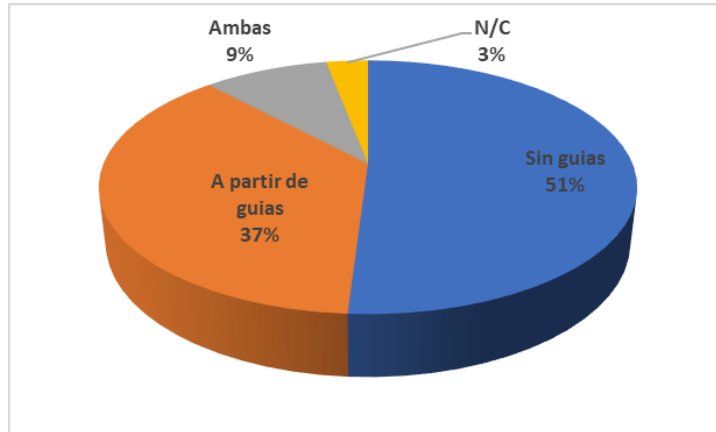


Fig. 8. Consideración sobre el beneficio del trabajo activo a partir de guías.

- *¿Con cuál metodología te sentiste más a gusto, considerando lo que pudiste aprovechar?*

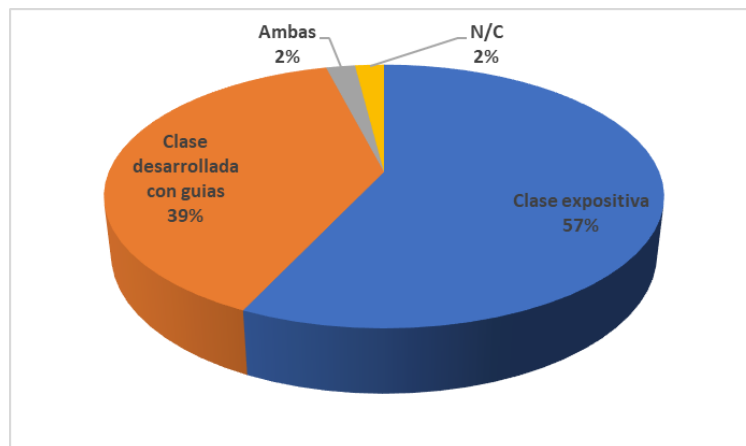


Fig. 9. Preferencias sobre la metodología.

Solo el 39% reconoce sentirse más a gusto con el desarrollo de guías de estudio que con las clases expositivas y el 37% las considera más provechosas. Esto nos muestra que la mayoría (51%), prefiere la explicación del profesor aunque en las respuestas abiertas, varios estudiantes remarcaron el beneficio que ellos observaron en la metodología más activa. A continuación se transcribe la opinión de dos alumnos al respecto: Alumno 1: “Si no fuera por que hice la mayoría de las guías en tiempo y forma posiblemente no hubiera llegado a estar al día con los temas. Cuando se dejaron de exigir al final del año me atrasé”. Alumno 2: “Creo realmente que las guías sirven muchísimo. Nos obliga a llevar la materia al día”.

Al ser consultados sobre las evaluaciones parciales, el 94% manifestó que estaban acordes a lo desarrollado en clase y el 72% consideró que el tiempo asignado fue suficiente. Sobre la claridad de las consignas, el 85% consideró que fueron claras. Algunos estudiantes, se interiorizaron sobre los errores cometidos, pero nos vimos en la necesidad de insistir en la importancia de conocer las falencias como una instancia más de aprendizaje.

Los docentes resaltan los siguientes ítems:

- *Aunque la demanda de tiempo para preparar las actividades de la guía es muy alta, teniendo en cuenta que debe incluir problemas motivadores, guías para intuir conceptos, actividades con software, etc., la tarea previa a la clase de los alumnos permite aprovechar mejor la hora de clase.*
- *El desarrollo de los temas insume mayor carga horaria que las clases tradicionales.*
- *Los grupos que mejor rendimiento tuvieron fueron los formados por tres estudiantes.*
- *El ambiente del aula mostraba una participación activa de los estudiantes y promovía la discusión de resultados, especialmente de aquellas actividades relacionadas con la simulación.*
- *Se detectaron estudiantes reacios a trabajar en forma colaborativa.*
- *Varios estudiantes recursantes de la asignatura, lograron la promoción directa o la aprobaron al final del año.*
- *Si bien al comienzo del año los alumnos requerían más apoyo, paulatinamente pudieron lograr mayor independencia de los docentes. Es notable como, al comienzo, requerían ayuda hasta para el manejo de los índices en la bibliografía.*
- *La experiencia exige un constante monitoreo por parte de los docentes. En reuniones periódicas se debió acordar los ajustes necesarios.*

4. Conclusiones y recomendaciones

Conscientes de la importancia de la construcción del conocimiento, integrándolo y significándolo con los conocimientos previos, los docentes estamos comprometidos en la búsqueda permanente de estrategias tendientes a lograr las competencias necesarias en la formación del ingeniero. Es necesario fomentar desde los primeros años, y en forma progresiva, la capacidad de adaptarse a lo no esperado, la necesidad del estudio autónomo y continuo, el trabajo en equipo, el espíritu crítico, la creatividad para la resolución de problemas, entre otras competencias propias del ingeniero.

Aunque se enfatizó en la importancia del aprendizaje grupal cooperativo, se constató en las encuestas que el 40% de los estudiantes dividió las tareas en lugar de realizarlas en forma conjunta. Esto indica que se debe advertir y corregir esta actitud en el trabajo en el aula para dar lugar a la confrontación de posturas, el planteo de soluciones, el respeto de opiniones, el análisis de situaciones, entre otras actitudes deseables.

La metodología de enseñanza se debe adaptar a los cambios culturales de los jóvenes y aprovechar las posibilidades de la tecnología para dar a los estudiantes un rol activo. Los docentes, gestionando y acompañando el aprendizaje, permiten un mejor conocimiento de la evolución en la comprensión de los temas, aunque reconocen que

gestionar la clase en esta modalidad taller insume mayor tiempo de preparación, pero mejora notablemente la motivación. El cambio de los roles habituales requiere un tiempo de adaptación. Los docentes para adaptarse al rol de orientador en la resolución de problemas y los estudiantes para salir de su zona de confort donde solo recibe información. Esto último se reflejó en el alto porcentaje de alumnos que manifestaron su preferencia por las clases expositivas.

Las reuniones de cátedra fueron de gran ayuda para consensuar las actividades y modificaciones que se debieron realizar en la Asignatura y creemos que rediseñar los contenidos y plasmarlos en actividades que coloquen a los estudiantes en la posición de “aprender haciendo”, es beneficioso para generar en ellos actitudes de continuo autoaprendizaje, motivados por problemas propios de la carrera que promuevan la creatividad para su resolución, lo que en definitiva mejorará la retención en los primeros años de la carrera. En los próximos años se continuará investigando la retención y se completará la tabla 1 con un mayor período de tiempo.

5. Referencias

- [1] RODRÍGUEZ, F. J. & PEÑA, J. I. (2016). Teaching problem-based learning to engineering interdisciplinary graduate students. *Proceedings of the PAEE/ALE 2016, 8th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 14th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE)*, pp. 620–628.
- [2] ZIMMERMAN, B. J. & LEBEAU, R. B. (2000). A Commentary on Self-Directed Learning. In: D. EVENSEN & C. HMELO (Ed.) *Problem-based Learning: A Research Perspective on Learning Interactions*. London: Lawrence Erlbaum Associates Publications. p. 299–315.