

TRANSFORMACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA PARA ESTUDIANTES INGRESANTES A LA FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO

OMAR GIL

1. RESUMEN

Presentaremos una estrategia de transformación de la enseñanza aplicada a partir de 2013, en el curso de Matemática de la carrera de Arquitectura en la Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo de la Universidad de la República, articulada en torno a los siguientes ejes

- organización del aula en equipos de trabajo y enseñanza activa;
- aplicación de un sistema de evaluación con instancias individuales, grupales, autoevaluación y evaluación por pares, que ofrece a los estudiantes oportunidades de revisión de su trabajo;
- contextualización de la Matemática en la formación del estudiante;
- atención a los aspectos afectivos y de vínculo en clase;
- sistematización de la gestión y organización de los cursos;
- diversificación de la oferta de actividades;
- retroalimentación de la toma de decisiones a partir del seguimiento de los cursos, el análisis de las características de la población estudiantil y la evaluación de las políticas implementadas.

Entre 2013 y 2016 se constató una importante mejora del rendimiento de los estudiantes, evidenciada en la reducción del tiempo empleado en aprobar el curso de Matemática previsto en el plan de estudios vigente hasta 2016. Por otra parte, en las entrevistas realizadas, los estudiantes expresan satisfacción con los dispositivos grupales y por la mejor vinculación de los temas del curso con otros contenidos de su formación.

En 2017 se implementó un nuevo plan de estudios en la carrera de Arquitectura, que permitió profundizar la estrategia de transformaciones a través de una organización curricular en la que ningún curso de Matemática es obligatorio, pero los estudiantes deben completar seis créditos en esta disciplina, escogiendo al menos uno de tres cursos con objetivos generales comunes pero objetivos específicos y contenidos netamente diferenciados. Los datos disponibles son preliminares y contaminados por contingencias relativas a la aplicación del nuevo plan, pero aún así muestran algunos rasgos alentadores.

Entre los problemas que persisten, destacamos el escaso rendimiento comparativo de la estrategia de volver a cursar cuando la aprobación no se logra en el primer intento. Algunas indagaciones exploratorias sugieren que este fenómeno podría relacionarse con creencias y estrategias de aprendizaje inadecuadas, basadas en

concebir la Matemática como una actividad reproductora, en la que el estudiante es instruido en técnicas para la resolución de ejercicios. Por otra parte, experiencias iniciales de orientación de estudiantes realizadas con ingresantes en 2013 y 2015, sugieren que constituyen una población abierta a considerar itinerarios de formación diferentes a los establecidos en las opciones por defecto de los planes de estudio, circunstancia que abre un interesante horizonte de posibilidades a explorar. Sobre el final de esta presentación discutiremos dos propuestas que apuntan a atender estos problemas:

- la creación de un sistema de orientación, ordenamiento y seguimiento de los estudiantes en sus cursos iniciales de Matemática;
- el desarrollo sistemático de acciones de tutoría entre pares para apoyar a estudiantes ingresantes.

En este proceso, la Cátedra buscó un equilibrio entre la aplicación contextualizada de estrategias de enseñanza bien establecidas en la literatura [2, 3] y la identificación de problemas que ameriten el desarrollo de líneas de investigación propias [13]. Este trabajo es una puesta al día de [7].

2. PERÍODO 2013–2016

Entre 2013 y 2016 se aplicaron paulatina y sostenidamente una serie de reformas informadas por principios bien establecidos en la literatura sobre enseñanza y aprendizaje en ambientes universitarios, por la contextualización de grandes ideas de la disciplina en la formación de futuros arquitectos y por la retroalimentación del proceso a través del seguimiento de los cursos y el análisis de la actividad de los estudiantes. En paralelo, en el contexto de masividad moderada de este curso, se atendió a sus aspectos organizativos apuntando a hacer un uso eficiente de los recursos disponibles y a establecer canales claros y fluidos de comunicación con los estudiantes. El aula se organizó recurriendo a estrategias de enseñanza activa e instrucción entre pares, apuntando especialmente a fortalecer los vínculos que los estudiantes establecen entre sí, con los docentes y con el conocimiento. Se modificó el sistema de evaluación, explicitando tanto su rol formativo como de certificación e incluyendo instancias individuales y grupales que brindaran a los estudiantes oportunidades de revisión y perfeccionamiento de su trabajo. También se avanzó en la documentación del curso, produciendo un libro de texto, registrando en video muchas de las secciones y enriqueciendo la oferta de actividades a través de la plataforma de Moodle de la FADU. Al tiempo que se desarrollaba este programa, la Cátedra ha ido identificando problemas que justifiquen el desarrollo de programas de investigación y oportunidades para propuestas de extensión. Sin embargo, no fue esta la principal prioridad durante el período analizado, ya que la Cátedra se centró en reformar su oferta de actividades de enseñanza. Estas iniciativas han tenido impactos observables sobre el desempeño de los estudiantes en los cursos de Matemática, que se reportan en la sección 3.

Hasta el año lectivo de 2016 la carrera de Arquitectura estuvo organizada por un plan de estudios del año 2002, que preveía un curso de Matemática de 11 créditos (165 horas totales de trabajo, incluyendo el tiempo de clase, estudio y tareas domiciliarias), obligatorio, ubicado en el primer semestre de la carrera. El curso abordaba una introducción al cálculo diferencial e integral de una y dos variables y a la geometría del espacio con técnicas vectoriales. Aproximadamente la mitad del tiempo de trabajo era presencial y la otra mitad domiciliario. El curso

tenía dos modalidades de aprobación, un curso controlado de duración semestral, que se dictaba en los dos semestre lectivos de cada año, y un curso libre, que se reducía a la aprobación de un examen. En este trabajo nos referiremos a esta dos modalidades como “curso” y “examen” respectivamente. El curso y el examen eran instancias completamente independientes entre sí, en el sentido de que no se requería ningún tipo de ganancia de curso para estar habilitado a rendir el examen. En el primer semestre de cada año el curso recibía a la generación de ingreso, de unos 600 estudiantes, y el segundo semestre se dedicaba mayoritariamente a estudiantes de generaciones anteriores, típicamente recursantes. A partir de 2014, a esta oferta se agregó la de un curso intensivo de verano, con prácticamente todas sus horas de trabajo presenciales. La demanda total para el curso de Matemática cada año es del orden de las mil plazas.

Hacia el año 2010 diversos estudios de la Facultad coincidían en diagnosticar que la unidad curricular Matemática tenía problemas en la definición de sus objetivos, en la integración de sus contenidos con el resto de la carrera y en el rendimiento de los estudiantes [8]. La estrategia desplegada a partir de 2012, fundamentalmente entre 2013 y 2016, apuntó a corregir estos problemas. También se debió atender la masividad moderada que implican la relación entre el número de estudiantes que la Cátedra debe atender y los recursos docentes disponibles. A comienzos de 2013 el equipo docente de la Cátedra estaba conformado por un profesor titular con dedicación exclusiva, siete asistentes y seis ayudantes con cargos de doce horas semanales de dedicación.

A fines de 2017 el equipo de la Cátedra está integrado por el mismo profesor titular y seis asistentes y tres ayudantes y ha sido designada por el Consejo de Facultad una profesora adjunta. Los dos profesores de la Cátedra tienen doctorados en Matemática. Los asistentes tienen títulos de grado, tres de ellos en Arquitectura (en uno de los casos todavía no se ha alcanzado la titulación, pero los estudios están casi completados), uno en Ingeniería, uno en Matemática y uno como Profesor de Matemática. Estos dos últimos están cursando posgrados. Los ayudantes son estudiantes de Matemática, de Profesorado en Matemática y de Ingeniería en Computación. Los miembros del equipo tienen formación en educación o especial sensibilidad hacia el tema, una característica compartida también por otros docentes que integraron la Cátedra en el período 2013-2016. Estos rasgos hicieron posible promover y sostener innovaciones importantes en las propuestas de enseñanza, sobre un esquema de organización coordinado centralmente, que buscó ser respetuoso de los niveles de responsabilidad y dedicación que correspondía esperar de cada miembro del equipo, pero al mismo tiempo requirió de todos ellos un alto nivel de compromiso para poder aplicarse.

El objetivo general que orientó este proceso fue contribuir a la mejora continua de los aprendizajes en cursos de Matemática de nivel universitario. Los objetivos específicos que nos planteamos son:

- agregar valor a la formación de estudiantes de Arquitectura promoviendo aprendizajes de Matemática contextualizados y en tiempos acordes con los establecidos por los planes de estudio;
- desarrollar estrategias de enseñanza adecuadas a contextos de masividad;
- desarrollar estrategias docentes que apoyen el tránsito de los estudiantes entre las etapas secundaria y terciaria de sus estudios;

- crear un equipo docente interdisciplinario capaz de promover procesos de transformación en la propuesta de enseñanza;
- sostener un proceso continuo de la mejora de la enseñanza, informado por el estado del arte en Ciencias de la Educación e identificar líneas de investigación;
- generar propuestas transferibles, con la adecuada contextualización, a otros equipos docentes y servicios universitarios.

Con esta inspiración, la Cátedra ha desarrollado una línea de trabajo orientada por los principios de la investigación-acción, en el sentido de una forma de indagación introspectiva colectiva emprendida por participantes en situaciones sociales con el objeto de mejorar la racionalidad y justicia de sus prácticas sociales o educativas, así como la comprensión de esas prácticas y de las situaciones que en estas tienen lugar [11], con un fuerte énfasis hacia la acción orientada por el conocimiento disponible y la experiencia acumulada.

La Cátedra articuló sus intervenciones en una serie de ejes temáticos, que atienden a factores que, a partir del análisis teórico de la situación o de los diagnósticos efectuados, identificamos como importantes para potenciar los aprendizajes en nuestro contexto. En paralelo, se aplicaron mecanismos de seguimiento con un foco relativamente amplio, orientados en primera instancia a captar emergentes que guiaran la toma de decisiones, para ir refinando luego gradualmente la atención y convergiendo hacia núcleos de problemas que ameritaran el desarrollo de programas de investigación. Estos grandes lineamientos se han mantenido tanto en el período de aplicación del plan de estudios 2002 como durante 2017, en que comenzó a implementarse el plan de estudios 2015.

2.1. Organización del aula en equipos de trabajo y estrategias de enseñanza activa. La teoría y la evidencia indican que la enseñanza activa y la instrucción entre pares promueven el aprendizaje [5, 15, 16]. A partir de 2013 comenzó un proceso de reorganización del aula que facilita la aplicación de estas estrategias y es compatible con las condiciones de moderada masividad existentes. Se adoptó una modalidad de trabajo en grupos de carácter teórico-práctico, de entre 90 y 126 estudiantes, a cargo de uno o dos docentes acompañados de colaboradores honorarios, en los que los estudiantes son asignados por los docentes a equipos de trabajo integrados por entre cinco y siete estudiantes, que se mantienen a lo largo de todo el curso. Con esta estructuración del aula, la actividad va pasando por diversas modalidades de trabajo: exposición del docente, resolución de ejercicios, proposición de una situación problemática, abordaje de un problema a través de un juego, etcétera, que a su vez pueden alternar momentos de trabajo individual, en equipo y con la totalidad del grupo.

2.2. Atención a los vínculos de los estudiantes con el conocimiento, con sus pares y con los docentes. Aunque mientras estuvo vigente el plan 2002 el programa del curso Matemática no se modificó, la presentación fue evolucionando hacia una mayor contextualización en la formación de los estudiantes, organizando los contenidos alrededor de problemas relevantes para los estudios de Arquitectura y la práctica profesional de los arquitectos. En paralelo, buscando también promover un vínculo positivo de los estudiantes con la disciplina Matemática, se buscó explicitar su rol como modo abstracto de representación, capaz de apoyar un proceso de diseño generando variabilidad y ayudando a tomar decisiones sobre objetos aún no existentes. Existe abundante evidencia acerca de que el clima de

clase afecta los aprendizajes. Ver, por ejemplo, el capítulo 6 de [2] y sus referencias. La Cátedra desarrolla sistemáticamente acciones para personalizar la relación de los docentes con sus estudiantes y atenuar, o directamente eliminar, en nuestras aulas la despersonalización asociada a la masividad. En particular, se han desarrollado estrategias para que los docentes sean capaces de identificar a todos sus estudiantes por sus nombres. Cada grupo tiene asociado un grupo en la red social Facebook como ámbito de interacción complementario y se estimula a los docentes a promover otras instancias de socialización que enriquezcan el clima de clase y los aprendizajes. Una política activa de captación de colaboradores honorarios, permite contar en el aula y el trabajo a través de las redes sociales con pares que actúan, en todos los aspectos, como dinamizadores del trabajo de los estudiantes, los equipos y los grupos. Se apunta así a la conformación de una comunidad de aprendizaje, que contribuye al desarrollo de la responsabilidad individual y las habilidades de cooperación y comunicación, valiosas no solo para el curso de Matemática sino para la formación integral del estudiante.

2.3. Aplicación de un sistema de evaluación con instancias individuales, grupales, autoevaluación y evaluación por pares. La práctica orientada por objetivos y evaluada con instrumentos que brinden al estudiante devoluciones oportunas promueve el aprendizaje. Ver, por ejemplo el capítulo 5 de [2] y sus referencias. El sistema de evaluación para la acreditación del curso tiene tres componentes:

- pruebas parciales;
- pruebas cortas en clase;
- evaluación entre pares y autoevaluación.

Las pruebas en clase brindan a los estudiantes puntos de apoyo intermedio en su proceso. Combinan instancias individuales y grupales y comienzan a aplicarse tempranamente en el curso, típicamente en su segunda semana. Habitualmente se toman seis de estas pruebas y tienen el 36 % del peso de la calificación final. En algunas oportunidades se han sustituido pruebas por trabajos en equipo. Los parciales son la componente de mayor peso en la evaluación, un 60 % de la nota final. Cada uno de ellos está acompañado de una prueba de recuperación, a la que los estudiantes pueden acceder solo después de realizar una autocorrección de su trabajo, mediada por su equipo, que incluye la resolución correcta por los equipos de la prueba original. Este mecanismo apunta a capitalizar en aprendizajes el importante esfuerzo que los estudiantes hacen en las pruebas que tienen peso para la certificación del curso, trabajando en un espacio en que, en interacción con sus pares, puedan prestar atención a sus procesos, construir autonomía para su trabajo y valoración de las instancias de evaluación como un recurso para su crecimiento intelectual. La autoevaluación y la evaluación por pares tienen un menor peso relativo para la acreditación, el 4%, pero permiten explicitar en base a rúbricas las actitudes de responsabilidad individual y frente a los compañeros que entendemos adecuadas para el aprendizaje. Se espera que además potencien el trabajo grupal y se refleje, por lo tanto, en todas las otras instancias de evaluación.

El trabajo en equipo realimenta el trabajo de cada estudiante con información sobre sus progresos, pero además en el aula se promueven otras formas de socializar respuestas, siguiendo los modelos de instrucción por pares [5] o de intercambio a partir de resultados de equipos [12]. Fuera del aula, la Cátedra ha implementado cuestionarios con realimentación a través de la plataforma Moodle de la FADU.

En todas estas acciones se pone especial atención al manejo de los aspectos afectivos y vinculares, explicitando que todas las respuestas y todos los aportes son valiosos y contribuyen a la construcción de aprendizajes.

Todos los instrumentos de evaluación ofrecen devoluciones en tiempos adecuados: la actividad de clases produce una realimentación instantánea y las pruebas se diseñan para tener una corrección rápida, que permite informar a los estudiantes sobre sus resultados en cuanto se agota el tiempo que se les concede para la revisión en equipo de sus procesos.

Se espera también que los estudiantes puedan apreciar el potencial de las instancias de evaluación como apoyo en su proceso de aprendizaje y la intención del equipo docente de que este proceso sea exitoso, al tiempo que se les brinda chances de mostrar y certificar sus progresos, lo que contribuye a mantener la motivación y la dedicación a los cursos.

2.4. Sistematización de la gestión y organización de los cursos. Se ha creado un conjunto de notas que evolucionó hasta constituir un primer borrador de un libro para el curso, se han documentado en videos muchos contenidos y enriquecido el espacio de trabajo en la plataforma Moodle de la FADU. En particular, se han creado bancos de preguntas que facilitan el trabajo de los docentes al preparar evaluaciones y permiten construir cuestionarios que los estudiantes pueden usar para medir sus progresos, procesos que están en etapa de automatización [6].

En materia de gestión, la Cátedra ha adoptado una modalidad de organización y comunicación centralizada, que busca tanto crear una infraestructura adecuada para los cursos como comunicar de manera organizada a los estudiantes toda la información sobre las actividades de enseñanza de la Cátedra, con modos y tonos que aporten a la construcción del vínculo entre estudiantes y docentes.

2.5. Diversificación de la oferta de actividades. En 2013 se ofreció un recorrido especial, anual, para el curso. Esta experiencia tuvo resultados muy pobres (ver la tabla 1), por lo que no se reiteró. Al cierre del año lectivo de 2013 la Cátedra ofreció durante el receso veraniego una versión intensiva del curso de Matemática, con un formato íntegramente presencial. Esta experiencia tuvo resultados muy positivos, reflejados tanto en los números de aprobación como en las devoluciones de los estudiantes y la percepción de los equipos docentes, y se repitió en los veranos de 2015 y 2016. No se reiteró en el tramo final del año lectivo de 2016 porque la FADU estaba inmersa en la instrumentación del nuevo plan de estudios 2015.

La Cátedra ha tomado también algunas iniciativas de orientación de los estudiantes, buscando mejorar el tránsito por el primer semestre de sus estudios universitarios y el aprovechamiento de sus recursos. En 2013 y 2015 se habilitaron períodos especiales de desistimiento, luego del primer parcial y su recuperación. Las conclusiones preliminares sugieren que estos mecanimos tienen potencial para ordenar mejor los esfuerzos [4]. Se han implementado también acciones para apoyar en distintos momentos a los estudiantes en materia de requisitos previos para los cursos.

2.6. Seguimiento de los cursos. La Cátedra reservó parte de sus recursos para el seguimiento de sus cursos, por medio de observaciones de clase y entrevistas a grupos de estudiantes [14]. Entre 2013 y 2014 las entrevistas se acompañaron de observaciones participantes [10]. Ambas acciones se orientaron fundamentalmente a relevar el clima de clase y la calidad de la actividad de los estudiantes en sus equipos de trabajo. En 2015 y 2016 se aplicaron entrevistas para indagar acerca de los recursos

de los estudiantes para abordar el curso de Matemática y sobre sus creencias acerca del aprendizaje de esta disciplina. Estos dispositivos complementaron los sistemas de encuestas que la FADU aplica y el análisis de los datos numéricos, lo que ofreció la oportunidad de enriquecer la mirada del mismo fenómeno educativo a través de diferentes instrumentos [1]. Los resultados se socializaron fundamentalmente a través de las reuniones periódicas del equipo docente.

2.7. Desarrollo del equipo de trabajo. Se ha cuidado la conformación de un equipo de trabajo con personas de diferentes formaciones y el mantenimiento de reuniones periódicas que combinan características de coordinación y de seminario. También se ha promovido la asistencia colectiva a cursos, jornadas de perfeccionamiento y congresos, y la posterior socialización de la experiencia. Los procesos seguidos al interior del colectivo docente están orientados por los mismos principios que pretendemos aplicar para estimular el crecimiento intelectual de nuestros estudiantes, en un entorno que tiene en consideración los aspectos afectivos y de vínculo. Ver las conclusiones finales de [2].

3. RESULTADOS

Los resultados de estas intervenciones se han reflejado en los índices de aprobación de los cursos y aparecen en las entrevistas en forma de expresiones de satisfacción con la organización grupal, la contextualización de la actividad matemática y el apoyo que ofrecen los equipos docentes, tanto a través de la aplicación de un sistema de evaluación que ofrece contención como del cuidado de los aspectos afectivos y vinculares. Los datos de inscripciones y aprobaciones entre 2008 y 2016 se muestran en la tabla 1.

AÑO	Semestre 1			Semestre 2			Curso anual			Verano			Totales	
	I	A	%	I	A	%	I	A	%	I	A	%	I	A
2008	368	89	24	208	115	55							576	204
2009	387	134	35	185	68	37	-	-	-	-	-	-	572	202
2010	370	142	38	190	53	28	-	-	-	-	-	-	560	195
2011	398	131	33	188	69	37	-	-	-	-	-	-	586	200
2012	389	149	38	208	100	48	-	-	-	-	-	-	597	249
2013	403	230	57	416	152	37	81	10	12	112	63	56	1012	455
2014	552	280	51	245	60	24	-	-	-	144	123	85	941	463
2015	398	231	58	198	87	44	-	-	-	189	120	63	785	438
2016	579	251	43	215	72	33	-	-	-	-	-	-	794	232

TABLA 1. Estudiantes inscriptos (I) y aprobados (A) por semestre, entre 2008 y 2016

Los primeros semestres se distinguen de los segundos, ya que las poblaciones de ingresantes y recursantes no son comparables. En el año 2013 se incluyen también los datos del curso anual y entre 2013 y 2015 los de los cursos de verano. La primera columna de cada categoría recoge el número de estudiantes inscriptos al curso que rindieron el primer parcial. La segunda, el número de estudiantes que aprobaron. La tercera el porcentaje que estos últimos representan sobre los primeros. La inscripción inicial en cada curso es algo superior al dato que aparece en la tabla. La deserción entre el inicio de los cursos y el primer parcial explica esta diferencia, que sitúa el número anual de plazas solicitadas en el orden de las mil. A partir de 2012 se observa una mejora en los resultados de los cursos de primer semestre. Los mecanismos de desistimiento aplicados en 2013 y 2015 llevaron las tasas de

aprobación a niveles próximos al 60%. También los cursos de verano muestran muy buenos rendimientos. Estas iniciativas diferentes, de algún modo complementarias, impactaron en el rendimiento de los cursos. Los datos muestran un incremento del número de aprobaciones entre 2013 y 2015, para volver luego en 2016 a valores similares a los de 2012. Este comportamiento puede explicarse en términos de la reducción de los tiempos que los estudiantes requieren para aprobar Matemática. Entre 2013 y 2015 se aprecia la transición entre estas dos situaciones, que las figuras 1 y 2 ilustran. La abcisa de cada punto de la figura 1 representa, para las generaciones 2003, 2004, 2005, 2013, 2014 y 2015, el porcentaje de estudiantes de la generación que aprobó Matemática hasta un determinado momento. En la ordenada se representa el tiempo medio de aprobación para ese conjunto de estudiantes, medido en años. El gráfico se ha completado con trazos continuos.

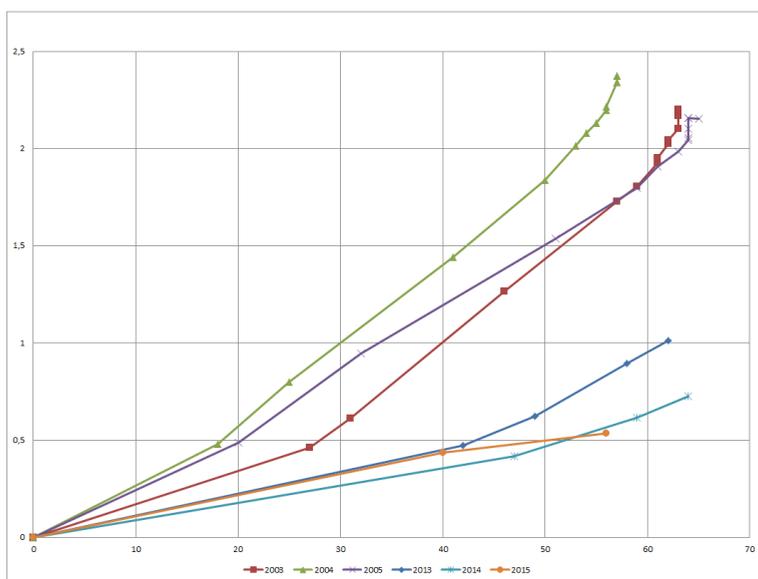


FIGURA 1: tiempos medios de aprobación en función del porcentaje de aprobados.

La figura 2 contiene un extracto de los datos de la figura 1, en un formato que facilita su visualización: las barras indican el tiempo medio de aprobación del 44% de los estudiantes de cada generación que aparece identificada en el eje horizontal.

Los rendimientos promedio han mejorado, pero las instancias posteriores de cursado continúan mostrándose ineficientes. Una hipótesis explicativa posible es que la población recursante está mayoritariamente integrada por estudiantes regidos por un sistema de creencias que no favorece el aprendizaje y que fue detectado y descrito en [13], por lo que es de presumir que requiera acciones diferentes a las desplegadas hasta el momento. La validez de esta hipótesis y el diseño de estrategias adecuadas para estudiantes que no alcanzan en su primer intento la aprobación del curso, será el objeto de futuros trabajos. En este sentido, las propuestas de la Cátedra han alcanzado ya cierto grado de madurez que justifica comenzar a desarrollar líneas de investigación acerca de sus resultados, los obstáculos para su profundización y la planificación de posibles alternativas.

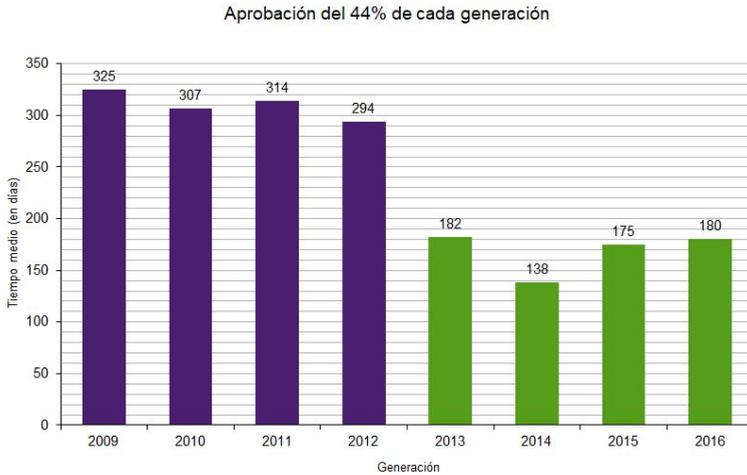


FIGURA 2: tiempos medios de aprobación del 44% de los estudiantes de cada generación.

4. 2017: PRIMER AÑO DE APLICACIÓN DEL PLAN 2015

El plan 2015 tiene una estructura flexible, organizada en torno a tres grandes áreas que hacen a la formación del Arquitecto: Historia, Teoría y Crítica; Proyecto y Representación; Tecnología. El plan prevé mínimos de créditos en cada área que habilitan importantes espacios de opcionalidad y actividades transversales a más de un área. La implementación que se comenzó a instrumentar en 2017 incluyó a la Matemática dentro del área de la Tecnología y redujo los créditos obligatorios de Matemática de los once créditos que tenía el curso de Matemática previsto en el plan 2002 a seis créditos. Al mismo tiempo, se habilitaba la posibilidad de ofrecer créditos optativos. La Cátedra instrumentó el plano ofreciendo tres cursos de seis créditos, con los mismo objetivos generales de aproximación al pensamiento matemático, manejo de estructuras formales, modelización de problemas de otras disciplinas y adquisición de competencias transversales en materia de trabajo colaborativo, y cursos específicos bien diferenciados:

- **GEOMETRÍA DE LAS REPRESENTACIONES PLANAS DEL ESPACIO.** Este curso trata de la geometría del espacio 3D con técnicas vectoriales y analíticas, que se aplican al estudio de problemas de representación como el análisis de cortes, de distintos tipos de representación en perspectiva y de la proyección estereográfica;
- **PRINCIPIOS MATEMÁTICOS DE LA ESTABILIDAD DE LAS CONSTRUCCIONES.** Es un curso introductorio al cálculo diferencial de una variable y al cálculo integral en una y dos variables, organizado alrededor del problema de determinar las tensiones y deformaciones en una viga horizontal con vínculos isostáticos que debe soportar un sistema de cargas verticales, y utilizar este conocimiento para resolver tareas sencillas de dimensionamiento por criterios de tensión y/o de flecha máxima.
- **SIMETRÍA.** Una aproximación abstracta al estudio de la forma, en la que se caracterizan los distintos tipos de simetría que pueden tener diseños planos

como rosetones, frisos y mosaicos y cuerpos en el espacio como poliedros con algún grado de regularidad. Este conocimiento permite conocer y explotar las posibilidades y restricciones que la estructura matemática implica para este tipo de objetos.

Estos cursos se dictaron con una mayor carga de horas presenciales: dos de cada tres horas previstas se realizaban en el aula, con la guía de docentes del equipo de la Cátedra y colaboradores honorarios. La aplicación de esta organización de los cursos durante 2017 sufrió las vicisitudes propias de la implementación de un nuevo plan de estudios y algunas particulares que afectaron al colectivo docente de la Cátedra. Sin embargo, los resultados de aprobación fueron mejores a los de años anteriores, alcanzaron en el promedio de todos los cursos al 56 % de los estudiantes inscriptos. Este guarismo sólo se había alcanzado antes en el marco del curso de verano, con todas las particularidades favorables y el esfuerzo adicional que representan, y en los primeros semestre de 2013 y 2015, en que se habilitaron períodos especiales de desistimiento luego del primer parcial [4]. A su vez, los cursos de verano de 2018, en el cierre del año lectivo de 2017, alcanzaron globalmente un rendimiento de 82 % de aprobación. Los datos preliminares son, por lo tanto, alentadores, aunque insuficientes para sacar conclusiones.

La Cátedra amplió además su oferta implementando, en colaboración con PROGRESA, el Programa para el Respaldo de los Aprendizajes de la Comisión Sectorial de Enseñanza dos módulos de Tutoría Entre Pares/Matemática (TEP/Mat 1 y 2) orientados a una tutoría de carácter académico en el contexto de aulas de Matemática organizadas sobre principios de enseñanza activa e instrucción colaborativa entre pares. Estos dos módulos se pueden validar como unidades curriculares optativas, asignan cuatro créditos cada uno y se planea ofrecerlos todos los semestres. TEP/Mat 1 tiene un carácter más teórico y de reflexión sobre la experiencia propia de cada estudiante y se dictó por primera vez el segundo semestre de 2017, con la presencia de doce estudiantes que siguieron los talleres con compromiso y excelente aprovechamiento. TEP/Mat 2 tiene TEP/Mat 1 como requisito previo, además de seis créditos en Matemática y comenzará a dictarse en 2018.

La Cátedra ha integrado el paquete TEP/Mat 1 y 2 a las actividades de formación de su plantel de Estudiantes Colaboradores Honorarios, al tiempo que prevé ampliar su plantel de Colaboradores y dar más difusión a la oferta de los TEP/Mat. En la sección 5 se prefiguran algunas posibles acciones relacionadas con la mayor presencia de estudiantes pares en las actividades de la Cátedra.

5. POSIBLES LINEAS FUTURAS

Aunque la Cátedra ha ido avanzando sostenidamente en mejorar el rendimiento de sus cursos y la contextualización de sus contenidos en la formación de los estudiantes de Arquitectura, encontramos todavía muchas áreas de oportunidad para nuevas intervenciones. Destacamos dos que entendemos que mereceran atención prioritaria en el corto plazo.

5.1. Orientación de estudiantes. Aunque el rendimiento de los estudiantes ha mostrado una mejora significativa que parece consolidada, cuando los resultados de aprobación se miden en términos de la matrícula inicial de los cursos, las cifras de 2017 caen al 48 %. Algunos emergentes sugieren además que cuando los estudiantes no aprueban un curso no alcanzan a valorar los objetivos de aprendizaje

que sí alcanzaron. Indicaciones de este fenómeno aparecen en el pequeño número de estudiantes que optan por rendir examen (sería de esperar que estudiantes con aprovechamiento correcto en el curso culminen pronto su proceso rindiendo examen en la primera ocasión disponible), en un rendimiento en segunda cursadas comparables al de las primeras cursadas, a la persistencia luego de varias cursadas de errores conceptuales en cuestiones básicas y, de manera poco formalizada pero frecuentemente elocuente, en el discurso de los propios estudiantes que relatan cómo se sienten o qué hacen cuando no alcanzan el objetivo de aprobación del curso. En los primeros semestres lectivos de los años 2013 y 2015 la Cátedra realizó la experiencia de ampliar los plazos de desistimiento, para ofrecer a los estudiantes cuyo desempeño indicaba riesgo alto de fracaso la posibilidad de abandonar sin penalización los cursos de Matemática y reorganizar su actividad. El resultado se tradujo en un mejor rendimiento de los cursos de Matemática (ver en la tabla 1 los porcentajes de aprobación de esos cursos) y en un mejor rendimiento de los estudiantes en los cursos que efectivamente siguieron [4].

Esta experiencia, en combinación con el buen desempeño de los cursos de verano, abre la puerta a considerar estrategias de orientación de los estudiantes para que tomen Matemática en el momento más adecuado a sus reales posibilidades de aprovecharla, articulando la siguiente batería de acciones, con el propósito de que tanto la Cátedra como los estudiantes apliquen más eficaz y eficientemente sus recursos y mejorar el desempeño de cada estudiante en particular y del sistema en su conjunto:

- dar orientación temprana a los estudiantes acerca de las posibilidades de desistir de los cursos en su tramo inicial y ajustar su plan de trabajo a sus reales posibilidades;
- dar un tratamiento diferencial a los estudiantes recursantes, que requiera la revisión y puesta al día de las experiencias vividas y los conocimientos adquiridos en cursadas anteriores, que serán evaluados en las etapas iniciales de su incorporación a un nuevo curso;
- mantener activo, con carácter permanente, el programa de cursos de verano, como una opción con la que los estudiantes puedan contar a la hora de reprogramar sus actividades;
- establecer mecanismos de apoyo y eventuales modificaciones en los mecanismos de evaluación, para que los estudiantes que logren objetivos parciales pero no completen la aprobación del curso puedan completar el proceso en el primer período de examen siguiente a su participación en cursos controlados;
- crear y mantener activos permanentemente mecanismos de apoyo para que los estudiantes puedan revisar en el momento que lo necesiten requisitos previos de nuestros cursos que no son materia de trabajo durante ellos, pero cuya pobre conceptualización o manejo constituya un obstáculo para progresar en los cursos de la Cátedra.

Como apoyo a la implementación de esta política, la Cátedra se propone ampliar la incorporación de Estudiantes Colaboradores Honorarios, en el marco de un programa de formación que incluya la participación en los cursos de Tutoría Entre Pares TEP/Mat 1 y 2.

5.2. Diseño paramétrico y Matemática. La segunda dirección de trabajo que la Cátedra pretende priorizar es incluir en su oferta de actividades un curso

organizado alrededor de problemas geométricos propios del diseño en Arquitectura, presumiblemente tomando el Diseño Paramétrico [9] como eje de la actividad. Es una línea de trabajo incipiente, en la que esperamos colaborar con el equipo de trabajo que está desarrollando propuestas de similar tenor en las universidades argentinas de Buenos Aires, La Matanza y Mar del Plata.

6. CONCLUSIONES Y CONTRIBUCIONES

Es posible conseguir mejoras en los resultados de un curso masivo de Matemática ubicado al inicio de los estudios universitarios, aplicando de manera coherente y sistemática una batería de acciones orientada por principios bien establecidos por las Ciencias de la Educación. Para ello se ha requerido reorientar parcialmente los recursos disponibles, tendiendo a integrar un equipo interdisciplinario, pero no fue necesario un aumento de recursos. La experiencia sugiere también que es posible incursionar en el terreno de la orientación de estudiantes ingresantes, en la medida que se establezcan marcos de confianza entre los estudiantes y los equipos docentes y se habiliten alternativas genuinas que brinden a los estudiantes oportunidades de avance en la carrera. Al mismo tiempo, muestra que es posible identificar y avanzar en líneas de investigación sobre los aprendizajes con impacto sobre las prácticas desde estadios tempranos de desarrollo.

7. AGRADECIMIENTOS

Federico Giménez elaboró los datos y los gráficos que se incluyen en tablas y figuras.

REFERENCIAS

- [1] Aguilar, S. y Barroso, J. (2015) La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa, *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación* 47 73-88.
- [2] Ambrose, S., Bridges, M.W., DiPietro, M., Lovett, M.C., Norman, M.K. (2010). *How learning works. Seven research-based principles for smart teaching*. San Francisco, John Wiley & Sons.
- [3] Bain, K. (2004). *What the best college teachers do*. Londres, Harvard University Press.
- [4] Cátedra de Matemática (2015). *Informe de desistimiento de Matemática*. Montevideo.
- [5] Crouch, C.H., Mazur, E. (2001) Peer Instruction: Ten years of experience and results, *American Journal of Physics* 69 (9) 970-977;
- [6] Gil, O., Motz, R., Sánchez, E. (2017) Exercise specification for collaboration, reusing and automatically generating evaluations, presentado a LACLO 2017.
- [7] Gil, O., Nuin, A.L. (2017) Transformación de la enseñanza en un curso de Matemática de primer año para estudiantes de Arquitectura (2013-2016), comunicación presentada en JIES, Jornadas de Investigación en Educación Superior, Montevideo, Uruguay.
- [8] Gil, O., Pantaleón, C., Patiño, L., Perchman, M., Seijo, R., Zino, L. (2006). Una propuesta para la Cátedra de Matemática de la Facultad de Arquitectura. Montevideo.
- [9] Jabí, W. (2013) *Parametric Design for Architecture*, Laurence King Publishing.
- [10] Kawulich, B. (2006). La observación participante como método de recolección de datos, *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research* 6 (2), Art. 43, recuperado de <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0502430>.
- [11] Kemmis, S. y R. McTaggart (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona, Alertes.
- [12] Michaelsen, L.K., Bauman Knight, A., Dee Fink, L. (editores) (2002). *Team Based Learning. A transformative use of small groups*. Westport, Praeger Publishers.
- [13] Nuin, A.L., (2015, julio). Las creencias en relación al aprendizaje de la matemática: un estudio realizado con estudiantes de arquitectura de la Universidad de la República en Uruguay. Comunicación presentada en el XXII Congreso Internacional de Educación y Aprendizaje, Madrid, España.

- [14] Ruiz, J., (2016, julio). Focus group y grupo de discusión: similitudes y diferencias. Comunicación presentada en el XXII Congreso Español de Sociología, Gijón, España.
- [15] Turn to your neighbour. The official peer instruction blog (n.d) Recuperado de <https://blog.peerinstruction.net/>.
- [16] Vygotsky, L. S. (1978) Mind in Society. Cambridge, MA: Harvard University Press

FACULTAD DE ARQUITECTURA DISEÑO Y URBANISMO, UDELAR, MONTEVIDEO, URUGUAY.

Email address: omargil@fing.edu.uy