

OMAR GIL

METAMORFOSIS DE UN CURSO EN UN ESPACIO DE APRENDIZAJE

Matemática en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo

Omar Gil (Montevideo, 1965). Licenciado en Matemática (1991). Doctor en Matemática (1996). Profesor titular de la Cátedra de Matemática de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (Udelar). Profesor agregado del Instituto de Matemática y Estadística «Prof. Ing. Rafael Laguardia» de la Facultad de Ingeniería (Udelar).

1. King, A. «From Sage on the Stage to Guide on the Side». *College Teaching* 41(1), 30-35, 1993.
2. Gil, O., Pantaleón, C., Patiño, L., Perchman, M., Seijo, R., Zino, L. «Una propuesta para la Cátedra de Matemática de la Facultad de Arquitectura». [Informe interno de la Facultad de Arquitectura]. Montevideo, 2006.
3. Kemmis, S. y R. McTaggart. *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Alertes, 1988.

El objetivo de este artículo es presentar las principales acciones realizadas y proyectadas por la Cátedra de Matemática de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) en el período 2013-2018. Se describe el proceso de transformación de la propuesta de enseñanza, desde un curso obligatorio en el marco de una estructura curricular rígida, hacia la conformación de un espacio de aprendizaje que pretende ser nutritivo y ofrecer al estudiante opciones entre experiencias que pueda integrar de modo significativo al conjunto de su formación. Aunque los cambios se han procesado muy gradualmente, están inspirados en una invitación a realizar una revisión radical de paradigmas, en la que el docente muda «de ser el sabio en el estrado a una guía en el costado».¹ Al mismo tiempo, la cátedra ha ido modificando su estructura docente e incorporando actividades de investigación y extensión.

PERÍODO 2013-2016

El plan de estudios vigente hasta 2016 para la carrera de Arquitectura preveía, en el primer semestre, un curso de Matemática de 11 créditos, obligatorio, con tiempos de trabajo presencial y domiciliario aproximadamente iguales. Constaba de una introducción al cálculo diferencial e integral de una y dos variables y a la geometría del espacio con técnicas vectoriales, y se ofrecía en modalidades libre y controlada. En los primeros semestres el curso recibía unos 600 estudiantes de la generación de ingreso, y en los segundos, a estudiantes que volvían a cursar. A partir de 2014 se agregó a esta oferta la de un curso intensivo de verano, esencialmente presencial. Hacia 2016 la demanda anual para el curso de Matemática era ligeramente superior a las mil plazas.

Hacia 2010 en la Facultad se diagnosticó que Matemática tenía problemas en la definición de objetivos, en la integración de contenidos con el resto de la carrera y en el rendimiento de los estudiantes.² La estrategia desplegada a partir de 2013 por la cátedra apuntó a corregirlos, al tiempo que atendía una situación de masividad moderada (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 12 horas semanales de dedicación). Este programa de transformaciones se orientó por los principios de la investigación-acción,³ con un fuerte énfasis en la acción guiada por el conocimiento disponible y la experiencia acumulada, articulando las intervenciones en los siguientes ejes temáticos:

- > Aplicación de estrategias de enseñanza activa. Se reorganizaron las aulas en grupos de carácter teórico-práctico de entre 90 y 126 estudiantes, a cargo de uno o dos

docentes acompañados de estudiantes colaboradores honorarios, con estudiantes asignados por los docentes a equipos permanentes de trabajo, de entre cinco y siete personas. Esta estructura, compatible con los niveles de masividad existentes, habilitó una importante flexibilidad para implementar actividades y facilitó procesos de colaboración e instrucción por pares).⁴⁵⁶⁷

- > Atención a los vínculos. El programa del curso Matemática no se modificó, pero se buscó una mejor contextualización por medio de la identificación de problemas relevantes para la Arquitectura y de la explicitación del rol de la Matemática como modo abstracto de representación, capaz de apoyar un proceso de diseño, generar variabilidad y ayudar en la toma de decisiones sobre objetos aún no existentes. En paralelo, se apuntó a fortalecer los vínculos interpersonales: es política de la cátedra que los docentes conozcan por sus nombres a los estudiantes y se ha brindado formación específica para este fin; se han desarrollado ámbitos de interacción en el espacio virtual de aprendizaje EVA (plataforma educativa de la Udelar), redes sociales y a través de otros espacios y actividades de encuentro, etcétera. Al mismo tiempo, por medio de una política activa de captación de *estudiantes colaboradores honorarios*, se incorporan permanentemente pares que actúan, en todos los aspectos, como dinamizadores del trabajo de los estudiantes, los equipos y los grupos.
- > Reforma de los sistemas de evaluación. La cátedra desarrolló un sistema de evaluación que apuntó al estímulo de buenas prácticas de aprendizaje, orientadas por objetivos, basado en instrumentos de evaluación que brindan al estudiante devoluciones oportunas para enriquecer su proceso,⁸ combinan momentos individuales y grupales, e integran instancias de autoevaluación y evaluación por pares que alientan la reflexión acerca de las actitudes que favorecen el aprendizaje.⁹ Una parte integral del sistema de evaluación son las actividades que no tienen valor para la certificación. Por ejemplo, las actividades de clase expresamente diseñadas para que el estudiante tenga una retroalimentación inmediata sobre su desempeño o los cuestionarios interactivos en EVA.
- > Sistematización de la gestión y organización de los cursos. Se ha documentado el curso por medio de un conjunto de notas que evolucionó hasta constituir un primer borrador de un libro, de una serie de videos y de la organización de contenidos y actividades en EVA. En particular, se han creado bancos de preguntas que facilitan el trabajo de los docentes para la preparación de evaluaciones y permiten construir cuestionarios que los estudiantes pueden usar para medir sus progresos, procesos que están siendo sistematizados.¹⁰ En materia de gestión, la cátedra creó una infraestructura centralizada para sostener los cursos y comunicar de manera organizada, con modos y tonos que aporten a la construcción del vínculo entre estudiantes y docentes.
- > Diversificación de la oferta de actividades. La cátedra desarrolla desde el cierre del año lectivo 2013 un programa de cursos de verano que se ha mostrado exitoso. También se han implementado espacios alternativos de apoyo y orientación a los estudiantes. Otras modalidades, como un curso anual, se han ensayado y discontinuado luego de una evaluación negativa.
- > Seguimiento de los cursos. Para relevar el clima de clase, indagar sobre la calidad de la actividad de los estudiantes en sus equipos de trabajo, conocer qué recursos emplean para abordar el curso de Matemática e investigar sobre sus creencias acerca del aprendizaje de esta disciplina, la cátedra lleva a cabo regularmente observaciones de clase y entrevistas a grupos de estudiantes. Estos dispositivos

4. Crouch, C. H., Mazur, E. «Peer Instruction: Ten years of experience and results». *American Journal of Physics* 69(9), 970-977, 2001.

5. King, A., *op. cit.*

6. *Turn to your neighbour. The official peer instruction blog* (n.d). Disponible en: <https://blog.peerinstruction.net/>. [Consulta del 8 de agosto de 2018].

7. Vygotski, L. S. *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University, 1978.

8. Ambrose, S., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., Norman, M. K. *How learning works. Seven research-based principles for smart teaching*. San Francisco: John Wiley & Sons, 2010.

9. Albarenque, V., Ballester, S., Gil, O., Birriel, P., Bouvier, I., Donadini, S., Echenique, O., Giménez, F., Ibarburu, G., Nuin, A. L., Perchman, M., Prieto, E., Reimondo, M., Ríos, G., Rosa, L. y Sellanes, R. «Un sistema de evaluación con múltiples componentes para sostener el aprendizaje» [ponencia]. Segundo encuentro de la Red UAE 2014: ¿De qué evaluación formativa hablamos? Montevideo: Comisión Sectorial de Enseñanza, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, 2014.

10. Gil, O., Motz, R., Sánchez, E. *Exercise specification for collaboration, reusing and automatically generating evaluations*. Iaclo, 2017.

11. Aguilar, S. y Barroso, J. «La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa». *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación* 47, 73-88, 2015.

12. Ambrose et al., *op. cit.*

13. Gil, O. «Transformaciones de la enseñanza de la Matemática para estudiantes ingresantes a la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo» [ponencia]. 6º Coloquio Uruguayo de Matemática. Publicaciones Matemáticas del Uruguay [en proceso], 2017.

14. Gil, O., Nuin, A. L. «Transformación de la enseñanza en un curso de Matemática de primer año para estudiantes de Arquitectura (2013-2016)» [ponencia]. JIES, Jornadas de Investigación en Educación Superior, Montevideo, Uruguay, 2017.

15. Progres. *Fundamentos conceptuales de las tutorías entre pares. La experiencia de la Universidad de la República*. Montevideo: Comisión Sectorial de Enseñanza, 2012.

16. Gil, O., 2017, *op. cit.*

complementan los sistemas institucionales de encuestas y el análisis de los datos numéricos.¹¹ Los resultados se socializan fundamentalmente mediante las reuniones periódicas del equipo docente.

- > Desarrollo del equipo de trabajo. Se han integrado personas con diferentes formaciones y sistematizado una reunión regular del equipo que combina características de coordinación y seminario. También se han promovido la asistencia colectiva a cursos, jornadas de perfeccionamiento y congresos, y la posterior socialización de las experiencias. Los procesos seguidos dentro 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 vinculares.¹²

Un resultado de estas transformaciones es un mejor rendimiento de los estudiantes, apreciable en los porcentajes de aprobación y en los tiempos necesarios para completar los créditos requeridos en el área de la Matemática.^{13 14}

PERÍODO 2017-2018

En este período la cátedra mantuvo los grandes lineamientos del período anterior. En 2017 se implementó el Plan de Estudios 2015, que introdujo una importante flexibilidad en la oferta al reducir a seis créditos los mínimos obligatorios de Matemática y amplió la oferta a tres unidades curriculares de seis créditos: Principios Matemáticos de la Estabilidad de las Construcciones, Geometría de las Representaciones Planas del Espacio y Simetría. Las dos primeras retoman y recontextualizan temas del curso anterior de Matemática; la tercera se aproxima al estudio de la forma, tiene contacto con los cursos de las carreras de Diseño y ha implicado diversas colaboraciones con el equipo docente de la Escuela Universitaria Centro de Diseño. La nueva oferta de cursos prevé una relación de dos a uno entre los tiempos de trabajo presencial y domiciliario.

Además de introducir estas opciones, la cátedra comenzó a ofrecer, en colaboración con el Programa de Respaldo de los Aprendizajes (Progres) de la Comisión Sectorial de Enseñanza, dos talleres semestrales de cuatro créditos de formación en Tutoría entre Pares,¹⁵ orientada a cursos de Matemática basados en principios de enseñanza activa y aprendizaje colaborativo. El objetivo de este programa es ampliar los espacios de tutoría de la cátedra, al tiempo que se ofrece formación adecuada para los estudiantes colaboradores honorarios.

En 2017 se observó una ligera mejora en los rendimientos de los estudiantes,¹⁶ que no se repitió en el primer semestre de 2018.

En materia de documentación de los cursos, en 2018 la cátedra comenzó a colaborar de manera sistemática con el proyecto Openfadu (2018). En el marco de un programa específico del Área de Tecnologías, Ciencias de la Naturaleza y el Hábitat de nuestra universidad, se relevó una colección de recursos en línea para apoyar a los estudiantes en la revisión de requisitos previos. En cuanto al equipo de trabajo, se mantuvo la integración plural, pero se fue favoreciendo una lenta evolución hacia las altas dedicaciones, suprimiendo vacantes y creando un cargo efectivo de profesor adjunto, que fue ocupado por una docente con formación de doctorado que desempeña sus funciones en régimen de dedicación total.

LÍNEAS FUTURAS DE ACCIÓN

Las indagaciones preliminares acerca de las características de nuestra población estudiantil y su desempeño han constituido el embrión de líneas de investigación que la cátedra está comenzando a desarrollar. En paralelo, se esbozaron algunas acciones de extensión. En esta etapa la cátedra aspira a consolidar los logros alcanzados y, en el contexto de la renovación de planes de estudio y de la estructura académica de la Facultad, a profundizar su proceso de transformación y tender al desarrollo integral de las tres funciones universitarias, con prioridad en la de enseñanza.

Aunque los rendimientos han mejorado, los índices de aprobación, medidos sobre los estudiantes que rinden las primeras pruebas parciales, son del orden de 50 %. Además, hay tasas elevadas de desvinculación entre la inscripción y el primer día de clase, y entre este y la primera prueba parcial. Otro reflejo de estos fenómenos es que de cada tres estudiantes de la cátedra, uno está repitiendo el curso porque no consiguió aprobarlo en una instancia anterior. Por estas razones, en la cátedra se consideran, en el corto plazo, alternativas para atender a estas dos interrogantes:

- > ¿Cómo orientar las decisiones de un conjunto heterogéneo de estudiantes acerca de cursos de Matemática ubicados en el momento de su ingreso a la Facultad? La cátedra está considerando la propuesta de un sistema integral para ordenar el recorrido de los estudiantes a través de los espacios de aprendizaje que ofrece o pueda ofrecer en el futuro,¹⁷ apuntando a que cada estudiante transite un proceso de crecimiento, con objetivos realistas, acordes a su situación personal y a los recursos de los que pueda disponer. Se trata de crear espacios de orientación con un fuerte contenido humanista,^{18,19} que apoyen al estudiante en su toma de decisiones y que contribuyan a que la institución en su conjunto asigne de manera más adecuada sus recursos.
- > ¿Cómo rediseñar la oferta de cursos de la cátedra a partir de problemas propios de la arquitectura? Por detrás de esta pregunta está la hipótesis de que, incluso con las contextualizaciones realizadas a partir de 2013, la matriz de los cursos actuales proviene de las formaciones técnicas más cercanas a las ramas clásicas de la ingeniería, por lo que corresponde examinar alternativas a esta tradición intelectual para crear cursos inspirados en los problemas geométricos asociados al diseño contemporáneo en arquitectura.^{20,21}

Al mismo tiempo, la cátedra continúa la construcción de una pequeña columna vertebral de alta dedicación que organice, dé coherencia y estimule la participación del resto de los docentes en una construcción colectiva a mediano y largo plazo.

Hacia el mediano plazo, la cátedra ha evaluado:

- > La posibilidad de mejorar sus procedimientos de asignación de estudiantes a grupos con la incorporación de técnicas de inteligencia artificial²² y, más en general, de combinar la aproximación cualitativa al conocimiento de su población estudiantil con los pujantes desarrollos del área de Learning Analytics.
- > Enriquecer su espacio de aprendizaje por medio del desarrollo de los programas de tutorías, la ampliación de cursos y la adaptación a nuestro contexto de lineamientos del programa gsw (Gateway Science Workshop) de la Universidad de Northwestern.²³ En este marco, los estudiantes podrán considerar problemas de mayor complejidad que propicien la integración de conocimientos, guiados por pares tutores.
- > En la medida en que los sistemas desplegados den respuesta adecuada a los problemas de aprendizaje y se traduzcan en una asignación más eficiente de recursos,

17. Gil, O. «Ideas preliminares para la orientación de estudiantes en la Cátedra de Matemática». Cátedra de Matemática [documento de trabajo], 2018.

18. Datta, D. *Math Education at its Best: The Potsdam Model*. Framingham, MA: Center for Teaching/Learning of Mathematics, 1993.

19. Rogers, C. *Freedom to Learn for the 80's*. Columbus: Charles E. Merrill, 1983.

20. Burry, J. y Burry, M. *The new Mathematics of Architecture*. Thames & Hudson, 2012.

21. Jabi, W. *Parametric Design for Architecture*. Laurence King Publisher, 2013.

22. Marreiro Cruz, W. e Isotani, S. «Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts: A Systematic Mapping of the Literatura». En Baloian, N., Burstein, F., Ogata, H., Santoro, F. y Zurita, G. (editores). *Collaboration and Technology: 20th International Conference, criwg 2014, Santiago, Chile, September 7-10, 2014. Proceedings*, 207-222, Springer, 2014.

23. Ligh, G. y Micari, M. *Making Scientists: Six principles for effective college teaching*. Cambridge y Londres: Harvard University Press, 2013.

la cátedra también planea sumarse al desarrollo de un espacio de interacción con docentes de enseñanza media, con el objetivo de facilitar la transición entre sistemas. Se han hecho contactos preliminares en ese sentido con la Inspección de Matemática del Consejo de Educación Secundaria, pero no hemos tenido capacidad de asignar recursos a acciones más allá de primeros intercambios exploratorios.

No vemos, en el horizonte cercano, límites en materia de enriquecer nuestro espacio de aprendizaje para que cada estudiante pueda encontrar respuestas adecuadas a su situación en cada momento particular de su proceso, combinando las siguientes acciones:

- > Sistematizar y descargar en sistemas inteligentes todos los aspectos intelectuales rutinarios de la tarea docente.
- > Estimular la autonomía e iniciativa de los estudiantes y convocarlos a la construcción compartida de un espacio de aprendizaje rico. En particular y muy especialmente, desarrollar programas de tutores.
- > Colaborar con otros equipos docentes, de la Facultad, la Universidad y otras instituciones.
- > Reservar los recursos humanos calificados para atender a la creación de vínculos y la comunicación de significados en los momentos y situaciones en que el contacto humano entre el aprendiz y un mentor empático y experimentado es imprescindible para «iluminar» el conocimiento.

Sin embargo, las limitaciones en materia de recursos disponibles y la dificultad para promover un cambio cultural de esta profundidad implican que este proceso de cambio deba recorrerse parsimoniosamente; con tenacidad, al ritmo que sea posible. Colectivamente, atentos en simultáneo al horizonte y a los pasos que en cada momento se estén dando.

