



Explorando la aplicación de la matemática en la carrera de arquitectura

María Victoria Pistonesi

Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) - Instituto de Formación Docente Continua de
General Roca, Río Negro.

mpistonesi@unrn.edu.ar

Néstor Plos

Universidad Nacional de Río Negro (UNRN)

nplos@unrn.edu.ar

Emanuel Beltrán

Universidad Nacional de Río Negro (UNRN)

emayaradesign@gmail.com

Introducción

Desde 2018, en la asignatura Matemática Aplicada conformamos un equipo de trabajo multidisciplinario, con profesores de matemática, arquitectos y estudiantes de Arquitectura.

Los contenidos matemáticos, en su gran mayoría, aparecen como herramientas para resolver problemas relacionados con la carrera. Nos preocupa y nos ocupa, que los conocimientos matemáticos estén vinculados de alguna manera con la futura profesión de nuestros estudiantes, para que el aprendizaje resulte significativo. Así surge el proyecto de investigación⁵ que tiene como objetivo diseñar, implementar, evaluar y, en base a la evaluación, rediseñar unidades didácticas contextualizadas en el perfil profesional de Arquitectura y Diseño de Interiores y Mobiliario, de la Universidad Nacional de Río Negro (en adelante UNRN), en las asignaturas Matemática Aplicada y Matemática Compositiva, correspondientes al primer año de las carreras mencionadas, en las cohortes 2023- 2024.

El presente trabajo se enmarca en dicho proyecto. En él, se presenta el diseño de una secuencia elaborada para los estudiantes de Matemática Aplicada de la carrera Arquitectura, para abordar contenidos de las unidades sobre Funciones y Cálculo Diferencial aplicados a problemáticas propias del perfil profesional. Durante la secuencia se utiliza el software

⁵ PI 40A-1104: “Estudio de diseño sobre la enseñanza de la matemática contextualizada en las carreras Arquitectura y Diseño de Interiores y Mobiliario de la Universidad Nacional de Río Negro. Resolución rectoral 467/23.



GeoGebra que permite visualizar los objetos matemáticos bajo distintas representaciones y se concluye con la elaboración de una maqueta física en 3D, como producto final del trabajo.

Marco teórico

Parafraseando a Ausubel (1983) el aprendizaje es significativo si el/la estudiante puede relacionar de forma sustancial sus saberes previos frente a una situación nueva, sin abordarla de manera mecánica, sino a partir de una implicación activa que permita poner en diálogo los propios marcos referenciales con distintas problemáticas emergentes, evitando así una actitud pasiva frente a la construcción del conocimiento.

Por otro lado, el/la estudiante debe estar dispuesto a relacionar el nuevo conocimiento con sus saberes previos de manera significativa, trabajando colaborativamente con un grupo de pares. Orellana (1999, citado en Maldonado Pérez, 2007), reflexiona sobre el trabajo colaborativo como una poderosa estrategia para trabajar con estudiantes universitarios ya que es un método en el cual los estudiantes trabajan en pequeños equipos hacia una meta en común: aprender. Cada participante es responsable, tanto del aprendizaje de cada uno de los miembros del grupo, como de su propio aprendizaje. Así, el éxito de un estudiante incide en el éxito del resto de sus compañeros de grupo. La participación, el compromiso y la motivación, son indispensables para lograr resultados positivos. El docente es parte de un gran equipo y tiene como reto motivar a cada estudiante para que él y cada uno de sus compañeros aprendan. Las actividades colaborativas aumentan el aprendizaje, al permitir que los individuos ejerciten, verifiquen y mejoren sus habilidades mentales y pensamiento crítico a través de indagar, discutir y compartir la información durante la resolución de un problema. Así, en coincidencia con Maldonado Perez (2007), el trabajo colaborativo empleado en las aulas universitarias resulta relevante y oportuno, pues con él no sólo se logra que los estudiantes aprendan y generen conocimiento sobre aspectos de la disciplina que estudian, sino que también se da un gran aprendizaje humano. Se desarrolla el pensamiento reflexivo, estimula la formulación de juicios, la identificación de valores, el desarrollo del respeto y la tolerancia por la opinión de los otros. Cuando esta forma de trabajo se emplea como estrategia de aprendizaje, debe ser presentado a los estudiantes, para que conozcan las implicaciones, las expectativas, los compromisos y los beneficios que de este se derivan.



Potenciando el trabajo colaborativo, la utilización de herramientas tecnológicas favorecen la enseñanza y la construcción de los conocimientos matemáticos. Balacheff afirma que las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas son el resultado de un proceso de interacción entre el estudiante y la máquina.

Por esta razón, el empleo de este tipo de herramientas ofrece a los estudiantes distintas oportunidades para aprender y reconstruir su conocimiento matemático.

Santos Trigo (2007), plantea que los softwares dinámicos funcionan como herramientas para realizar exploraciones, plantear conjeturas, utilizar una variedad de representaciones, buscar diferentes métodos de solución, plantear preguntas y emplear distintos argumentos para comunicar soluciones o resultados. En particular proponemos el uso del software GeoGebra para favorecer la visualización y el reconocimiento de un mismo objeto matemático bajo distintas representaciones. Arcavi y Hadas (2000) sostienen que los softwares permiten la construcción, la visualización y la transformación de esas construcciones en tiempo real. Ese dinamismo contribuye a la transformación de una situación, al estudio de variaciones en los datos, favoreciendo la formulación de conjeturas y proposiciones matemáticas.

Según Duval (2006) la posibilidad de representar el mismo objeto matemático de diferentes maneras permite un conocimiento más acabado del objeto. Por este motivo, las actividades del aula deben favorecer la formulación, el tratamiento y la coordinación entre registros. Si se coordinan registros de representación y se realizan interpretaciones dentro de diferentes marcos, se amplía el campo de problemas que se pueden abordar. Parafraseando a Douady (s.f.) un concepto matemático puede interpretarse en distintos marcos: el algebraico, el geométrico, el numérico, el gráfico y el funcional entre otros. La idea de «marco», que propone, es la de un dominio de las matemáticas que esté suficientemente bien identificado por sus objetos, por las relaciones que sostienen y por los tipos de representaciones y de tratamientos que movilizan. Las actividades que se plantean a los estudiantes deben posibilitar la estrategia del cambio de marcos para la resolución. Dentro de cada marco, cuando se establecen vínculos y relaciones entre diferentes registros de representación es porque se realiza una coordinación entre registros. El estudiante que disponga de flexibilidad para representar e interpretar un objeto matemático de la mayor cantidad de maneras posibles, podrá resolver mayor cantidad de problemas de distinto tipo.



Es fundamental planificar las clases, seleccionar las secuencias de problemas que favorezcan el desarrollo de estas estrategias, su posterior gestión en el aula y los momentos de sistematización. Parafraseando a Steiman (2020) es necesario “pensar la clase”, conocer qué esperamos de la actividad presentada, cómo logran los estudiantes apropiarse del contenido matemático y transferirlo a situaciones nuevas contextualizadas. Es necesario pensar cómo diseñar una propuesta que resulte significativa para nuestros estudiantes y cómo evaluar estos aprendizajes.

Desarrollo de la secuencia

Las actividades que conforman la secuencia, consisten en una serie de consignas diseñadas por el equipo de investigación con la intención de que los conocimientos matemáticos involucrados, estén vinculados a la futura profesión de nuestros estudiantes. Por esta razón, se propuso el estudio de determinadas características de un corte de la obra arquitectónica ⁶ “Centro Cultural: Le Heydar Aliyev” (Zaha Hadid⁷), elegido por las potencialidades para trabajar los conceptos necesarios a abordar.

En la secuencia se plantean las consignas bajo los siguientes títulos: “Modelización de una Estructura”, “Estudio de la inclinación del techo de la estructura”, “Alquiler de la grúa para tener acceso al techo”, “Revestimiento frontal de la estructura”, “Revestimiento del techo de la estructura” y como cierre se propone la “Realización de una maqueta grupal del corte estudiado” junto la entrega de un portfolio individual.

El desarrollo de estas actividades permitió el trabajo en distintos registros de representación: algebraico, gráfico y tablas con el uso del software GeoGebra. Esto posibilitó por un lado la construcción de los conocimientos matemáticos bajo distintos registros, realizando un tratamiento del problema en cada uno de ellos y la conversión de uno a otro. El dinamismo del software permitió observar, por ejemplo:

- La función polinómica que mejor modelizaba la curva que representa el techo de la estructura modificando el grado del polinomio.

⁶ Corte de una obra: sección transversal perpendicular a la planta.

⁷ Arquitecta británica nacida en Irak es conocida por ser una rareza en un escenario dominado por hombres. Sus reconocimientos incluyen una Medalla Real de Oro a la Arquitectura, la primera en otorgar a una mujer en sus 167 años de historia, y dos Premios Stirling, por nombrar sólo a algunos. Sus edificios públicos a menudo se describen como dinámicos, como si fueran una imagen congelada de un plano de acción. El estilo de Zaha Hadid abarca líneas llamativas, a veces atrevidas con curvas expresivas; otras veces brutales en esencia.



- La variación de la pendiente de la recta para que sea lo más tangencial posible y poder determinar la pendiente del techo en el sitio indicado.
- La división de la zona vidriada utilizando figuras geométricas conocidas para calcular su área, concluyendo que la figura óptima era el rectángulo y que, cuanto más cantidad de ellos determinaban, mejor se aproximaba a la superficie de vidrio.

La visualización de lo que ocurría al hacer variar los datos en uno de los registros favoreció la formulación y validación de conjeturas.

El trabajo con el software permitió el abordaje de los conceptos en el marco: algebraico, geométrico, numérico y el funcional entre otros. La construcción de la maqueta a escala 1:100, de una parte, de la curva que representa al techo, creemos que permitió el trabajo en un marco de representación diferente. Los estudiantes venían trabajando con el corte de la obra. Cuando se planteó la realización de la maqueta, empezaron a jugar cuestiones propias de la construcción de la misma, es decir, llevar a materializar un sector del techo de esa estructura con sus dimensiones reales en la escala solicitada. La curva del techo se realizó a partir de prismas de base triangular, resolver la cantidad de estos prismas fue lo que permitió que, al unirlos, formaran la curva que representaba el sector del techo modelizado.

La acreditación de estos contenidos del programa fue con la realización de:

- Un portfolio individual que debía seguir la siguiente estructura:
 - Una pequeña reseña de la obra.
 - El relato de cada actividad, que debía incluir el detalle de los conceptos matemáticos aprendidos además de la consigna correspondiente a cada una y, en el caso de la primera actividad, el plano en escala 1:400 y el plano de donde sacaron la lista de puntos (escribiendo en él la función obtenida con GeoGebra), captura de pantalla de GeoGebra con el ajuste de la curva (Vista Algebraica, Vista Gráfica, Hoja de cálculo y diagrama de dispersión), informe con el detalle de cómo se decidió la escala y en función de ella, el dibujo de la curva; en la segunda, tercera y cuarta actividad, además de la consigna debía tener la captura de pantalla de GeoGebra (Vista Algebraica, Vista Gráfica), el cálculo solicitado y el informe con el detalle de lo realizado (lo propio y las conclusiones de la puesta en común).
- Una maqueta por grupo de no más de cinco integrantes, a escala 1:100.



Algunas conclusiones...

Creemos que contextualizar la secuencia en el perfil profesional de nuestros estudiantes favoreció a que se involucren de otra manera con las actividades propuestas. Se pudo observar la sorpresa que manifestaban al sentir que estaban trabajando efectivamente sobre una obra arquitectónica real. El poder contextualizar las conclusiones durante el desarrollo de las actividades, favoreció el empeño, dedicación y disposición de los estudiantes durante las clases.

Creemos que la forma espiralada en la cual se fueron planteando las consignas, de las situaciones problemáticas, permitió la vinculación y construcción significativa de los saberes. Por ejemplo, una de las observaciones realizadas durante la clase por un integrante del equipo de investigación fue “Rectángulo superior y rectángulo inferior son comandos de GeoGebra, desde ahí con esta idea de rectángulos que cada vez sean más pequeños, se realiza la pregunta a los estudiantes sobre qué concepto matemático se necesita entonces para indicar que deseo acercarme a valor más pequeño para la base del rectángulo. Responden varios estudiantes/as; límite... es la segunda vez que al necesitar este concepto, la mayoría contesta sin problema y recuperan el concepto de acercarme tanto como quiera con el concepto de límite matemático.”⁸

Todo este trabajo de los estudiantes: opinar, intercambiar ideas, debatir y explicitar sus argumentaciones, pensamos que favoreció a la construcción significativa de los conocimientos.

La complejidad de la realización de la maqueta, que fue el cierre de la secuencia de enseñanza, nos hizo reflexionar como equipo de investigación. Pensamos que era una consigna más y que no iba a resultar difícil para nuestros estudiantes, pero las implicancias de la propuesta los llevó a plantearse un nuevo desafío: construir en 3D una estructura cuya información estaba en un plano. Durante su desarrollo, pudimos rescatar algunas discusiones que se plantearon en el proceso de diseño y construcción: “qué altura debe tener la estructura”; “el techo es curvo, ¿lo vamos a construir con prismas de base triangular?”; “¿cuánto deben medir las varillas para completar la curva con una cantidad exacta de prismas?” ... Creemos que todo este trabajo permitió la formulación de un nuevo tipo problema, diferente a los que veníamos trabajando, permitiendo no solo retomar todos los conceptos que habían construido, sino que además la construcción de nuevos saberes que requieren de la integración de los conceptos matemáticos con los construidos en otras áreas de conocimiento. Al analizar lo

⁸ Esto ocurrió en la actividad “Revestimiento frontal de la estructura” para el cálculo de área bajo la curva.



ocurrido en la clase, pensamos que se podría pensar en un nuevo marco de representación, diferente a los que veníamos trabajando.

La elaboración del portfolio permitió, por un lado, a los estudiantes, evaluar su propio proceso de aprendizaje, al tener que relatar cada actividad y explicar cómo fueron construyendo los conceptos matemáticos y, al equipo de investigación, poder comprender cómo los estudiantes los fueron construyendo a lo largo de las clases.

El trabajo colaborativo empleado como una estrategia didáctica de enseñanza y aprendizaje durante las clases, creemos que favoreció la construcción de saberes. La forma de plantear las consignas permitió la conformación de verdaderos equipos de trabajo. Los debates, discusiones y análisis de los distintos procedimientos que se plantearon en la puesta en común contribuyeron a una construcción colectiva de los conocimientos trabajados en cada actividad.

Para finalizar creemos que el estudio de diseño de esta propuesta contextualizada en una obra real, nos permitió tener otra mirada en relación a la enseñanza de la matemática en el nivel universitario. Los estudiantes rescataron positivamente la propuesta.

Referencias bibliográficas

- Arcavi A. y Hadas N. (2000). *Aprendizaje mediado por la computadora: Ejemplo de un enfoque*. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5, 25-45.
- Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF, 1(1-10), 1-10.
- Balacheff, N. *Entornos informáticos para la enseñanza de la matemática*.
http://www.cvrecurso didacticos.com/web/repository/1288115856_U2_Balacheff.pdf
- Douady, R.(s.f.). *Dialéctica instrumento objeto. Juego de encuadres*. Cuaderno de Didáctica de la Matemática N.º 3. Edición mecanografiada
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de RSME*, (1), 143-168.
- Maldonado Pérez, M. (2007). *El trabajo colaborativo en el aula universitaria*. *Laurus*, 13(23), 263-278.
- Orellana, A. (1999). *Aprendizaje Colaborativo*. <http://www.equiposinergia.com/bol10-aprendizaje20colaborativo.php>
- Santos, T.L.M. (2007). *Resolución de problemas matemáticos*. Fundamentos cognitivos. Trillas.



MEMORIAS

VIII CONGRESO NACIONAL Y VI INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA
La investigación educativa en 40 años de democracia



Facultad de Ciencias de la
EDUCACIÓN
Y **PSICOLOGÍA**

Steiman, J. (2020). *Pensar la clase en la Educación Superior. Hologramática, Revista académica de la Facultad de Ciencias Sociales de la UNLZ*, (32), 133-148