

Evaluación auténtica en Matemática Aplicada para Arquitectura. Hacia una formación integral de futuros arquitectos

Claudia Garelik
Cecilia Ferrarino
María Victoria Pistonesi
Néstor Plos
Emanuel Beltran

Centro de Estudios e Investigación en Educación (CEIE). Universidad Nacional de Río Negro

cgarelik@unrn.edu.ar
cferrarino@unrn.edu.ar
mpistonesi@unrn.edu.ar
nplos@unrn.edu.ar
emayaradesign@gmail.com

RESUMEN

La presente comunicación relata una experiencia pedagógica que se llevó a cabo con un grupo de estudiantes en/con una dinámica /metodología de trabajo de aula-taller. Es una propuesta de diseño que vincula la Matemática con la Arquitectura y se desarrolla en primer año de la carrera Arquitectura de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN). Por esto, se abordaron contenidos de la unidad de funciones y el cálculo diferencial e integral con el uso del software GeoGebra en vínculo con la futura formación de nuestros estudiantes. Para la evaluación se solicitó a cada estudiante entregara un portfolio, a modo de inventario de todas las actividades desarrolladas y, en forma grupal, la realización de una maqueta de una parte de la estructura que se analizó. El análisis del cierre de esta propuesta de diseño, nos permite resignificar la mirada de la evaluación como producción que integra los diferentes momentos del proceso educativo y no como un cierre donde se reproducen conocimientos. En este marco, es que desarrollamos esta comunicación donde se analizan los sentidos y las prácticas evaluativas de esta propuesta de diseño que se implementó con estudiantes de la UNRN.

PALABRAS CLAVE: matemática aplicada; arquitectura; enseñanza; aprendizaje significativo; evaluación

INTRODUCCIÓN

En la carrera Arquitectura de la UNRN se dicta la asignatura Matemática Aplicada en el primer año según Plan de Estudio. En esta asignatura se pretende enseñar la Matemática contextualizada a la carrera, es decir, proponiendo la aplicación de los contenidos a problemáticas que pueden surgir durante el proceso proyectual de un objeto arquitectónico. El equipo de docentes asume a la Matemática como una herramienta en el diseño de un espacio arquitectónico, sin soslayar lo esencial de esta ciencia; esto es, la pretensión de desarrollar el pensamiento lógico matemático a partir de la utilización de lenguaje específico y escritura simbólica.

En este contexto se desarrolla el Proyecto de Investigación “Estudio de diseño sobre la enseñanza de la Matemática contextualizada en las carreras de Arquitectura y Diseño de Interiores y Mobiliario de la UNRN” (PI 40A - 1104), donde interesa diseñar, implementar, evaluar y rediseñar unidades didácticas contextualizadas en problemas del campo profesional. Estas unidades, que se desarrollan en un ambiente áulico, contribuyen a la construcción de aprendizajes con sentido para los/as estudiantes al permitir otorgarle un significado en situaciones de aplicación. Parafraseando a Ausubel (1961) 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.

La experiencia pedagógica que se analiza en la presente comunicación tiene lugar en contexto grupal a partir de la metodología de aula- taller. Coincidiendo con Maldonado Pérez (2007) se afirma que el trabajo colaborativo en educación es un modelo de aprendizaje interactivo que invita a los/as estudiantes a construir juntos/as, conjugando esfuerzo, talento y competencias para poder lograr la meta que se han planteado como grupo. El aula taller como propuesta de trabajo favorece la acción en conjunto; en tanto que se producen y comparten experiencias, impulsando el análisis sobre la propia práctica.

Como se ha dicho, la propuesta de diseño se elaboró vinculando a la Matemática con la Arquitectura. Desde la Matemática se abordaron contenidos de la unidad de funciones y el cálculo diferencial e integral con el uso del software GeoGebra. Desde lo arquitectónico se analizó una vista de la obra “Centro cultural Le Heydar Aliyev” de la arquitecta Zaha Hadid; obra con estilo orgánico²⁷, caracterizada por diseños curvos que dominan los elementos de

²⁷ El estilo orgánico define a los edificios que promueven la armonía entre el hábitat humano y la naturaleza.

la obra. Exterior e interior son de formas muy fluidas y, a fin de realizar nuestra propuesta de diseño, se consideró un corte de las curvas del edificio.

El estudio de diseño se desarrolla a partir de una secuencia de cinco actividades para el logro de aprendizajes significativos. Siguiendo a Celman (cit. Camilloni y otros, 1998), los aprendizajes significativos necesitan tiempo para que los temas o problemas enseñados sean relacionados con otros, así, probablemente, el verdadero aprendizaje se produzca fuera de la clase donde se planteó la situación de enseñanza.

Para la evaluación de la unidad diseñada se solicitó que cada estudiante entregue un portfolio, a modo de inventario de todas las actividades desarrolladas y, en forma grupal, la realización de una maqueta de una parte de la estructura analizada.

Este formato de evaluación nos permitió resignificar los sentidos y prácticas que se juegan en la evaluación. Anijovich y Cappelletti (2019, p. 13) asumen a la evaluación como “una oportunidad para que los alumnos pongan en juego sus saberes, visibilicen sus logros y aprendan a reconocer sus debilidades y fortalezas, además de cumplir con la función ‘clásica’ de aprobar, promover, certificar”. Para estas autoras, las principales funciones de la evaluación son: diagnosticar- predecir, lo que permite ajustar las propuestas de enseñanza, considerando las producciones de los/as estudiantes, los procedimientos utilizados y operaciones cognitivas promovidas; registrar- verificar, ponderando el desempeño de los/as estudiantes en función del nivel de logro de los objetivos propuestos; ofrecer devoluciones-orientaciones, es decir, dimensión formativa que se evidencia en la retroalimentación para promover aprendizajes; seleccionar- clasificar- jerarquizar, situando a los/as estudiantes unos en relación con otros, con el objeto de definir propuestas acordes a los diferentes niveles de aprendizaje; y, por último, certificar- promover, esto es, constatar si el/la estudiante alcanza o no las competencias mínimas requeridas que permiten su promoción. Anijovich y Cappelletti (2019) asumen que la evaluación es parte de la enseñanza y, por lo tanto, debe estar presente en la planificación – estableciendo el momento en que se recogerá información, definiendo los aprendizajes a lograr en relación a los propósitos del/ de la docente, seleccionando y elaborando instrumentos de evaluación, así como también modos de retroalimentación que contribuyan al logro de los aprendizajes. Antes de comenzar las actividades, se les comunicó a los/as estudiantes que debían registrar todo lo que se realizaba/desarrollaba en las clases porque como cierre final, debían entregar un portfolio que muestre el análisis de todo lo trabajado en clase. No sólo sus procedimientos de resolución sino todos los aportes que podían reconocer al realizar el análisis del problema en la puesta en común.

Por otro lado, la propuesta de la maqueta²⁸ responde al perfil profesional de la carrera ya que la Arquitectura se representa mediante la generación de dibujos y maquetación, haciendo especial énfasis en esta última ya que permite proyectar de forma clara y comprensible las ideas haciéndolas más accesibles a los/as estudiantes y visibilizando la materialidad del objeto. Tomando palabras de Knoll y Hechinger (2010), las maquetas o modelos a escala suelen ser instrumentos que ayudan a visualizar en forma anticipada esos espacios que se avecinan. En la experiencia analizada, el pasaje de la estructura arquitectónica, de la representación bidimensional a la forma tridimensional, invitó a los/as estudiantes a recuperar los contenidos matemáticos abordados, pero también los vinculados a su campo profesional. Se entiende que tanto el portfolio como la maqueta son actividades de evaluación auténtica. Wiggins (1990) plantea que una actividad de evaluación es auténtica cuando reproduce los modos en que las personas usan el conocimiento en situaciones reales. Estas actividades tienen un propósito definido (finalidad definida o una meta a alcanzar), implican roles (cada estudiante asume un rol propio) y destinatarios claros (están dirigidas a interlocutores reales), suponen incertidumbre (problemas con varios caminos y soluciones posibles), tienen restricciones, requieren de una variedad de recursos cognitivos (no se resuelven con un conocimiento o proceso específico) e involucran diferentes procesos (requieren ensayar, consultar, proyectar, refinar, planificar).

Por último, se puede decir que, en la propuesta diseñada, la evaluación retroalimenta a la enseñanza, al asumirla como oportunidad para el aprendizaje. De este modo se integra en diferentes momentos del proceso educativo y no como etapa final, en coincidencia con las funciones de la evaluación que se describieron antes (Anijovich y Cappelletti, 2019).

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En el diseño de esta propuesta de trabajo se presentaron situaciones problemáticas contextualizadas a la carrera para que sean desarrollados por los/as estudiantes con diferentes recursos y materiales, entre éstos: el software GeoGebra, instrumentos de geometría y material concreto a la hora de elaborar la maqueta. Durante la experiencia, cuando se requirió, el/ la docente guió el proceso de cada estudiante por medio de preguntas o indicaciones para que pudiera avanzar.

Usando herramientas del software GeoGebra se realizó el análisis de la obra arquitectónica mencionada anteriormente (Ver Imagen 1)

²⁸ La cátedra utilizó la maqueta como recurso didáctico en años anteriores para desarrollar otros conceptos de la materia, Garelik C. et al (2020)

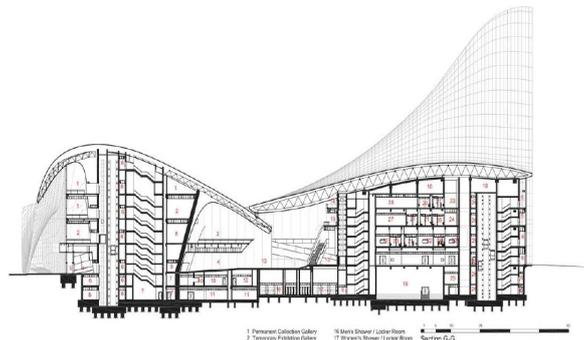


Imagen 1

De la misma, se consideró un corte permitiera desarrollar una secuencia de actividades (Ver Imagen 2).



Imagen 2

A continuación se describe brevemente lo que ocurrió en cada una de ellas²⁹:

Modelización de la estructura: los/as estudiantes debían encontrar la función que mejor se ajustara al techo. Para ello, consideraron puntos sobre una imagen del corte de la estructura. La imagen estaba en escala 1:400 y debían considerar más de cuarenta puntos para lograr la mayor precisión posible. Con este fin, tradujeron la imagen a una escala 1:100 ó 1:200, para luego con esa información y usando el software GeoGebra, encontrar funciones polinómicas que mejor aproximen. Cada estudiante encontró su propia función según los puntos elegidos que luego seguirá utilizando para continuar el estudio de la estructura.

²⁹ Los títulos corresponden a las actividades propuestas a los/as estudiantes en las clases.

Inclinación del techo de la estructura: se propuso el estudio de la pendiente del techo en determinadas alturas de la estructura. Basándose en el concepto de límite estudiado en clases anteriores, en la puesta en común construyeron el concepto de pendiente de la recta tangente a una curva en un punto y, a partir de él, se dedujo que la derivada de la función en un punto es la pendiente de la recta tangente en ese punto.

Punto más alto del techo de la estructura: se presentó como caso la necesidad de alquilar una grúa para acceder a la parte más alta del techo. Basándose en lo trabajado en la actividad anterior, los/as estudiantes pudieron identificar el punto más alto de la curva como un extremo relativo en el que la recta tangente es una recta horizontal, es decir cuya pendiente vale cero. Con la ayuda del software verificaron que es el valor donde la función derivada tiene una raíz, es decir se hace cero.

Revestimiento frontal de la estructura: en esta actividad computaron la cantidad de metros cuadrados de cristal necesarios para poder revestir la parte frontal de la estructura. Con el uso del software GeoGebra, fueron construyendo polígonos debajo de la curva, en algunos casos rectángulos, calculando el área que cubrían. Concluyeron que lo que encuentran al sumar es una aproximación del área bajo la curva. En el caso de los rectángulos, reduciendo una de las dimensiones, analizaron que seguían siendo aproximaciones de esa área. En la puesta en común, y apoyándose nuevamente en el concepto de límite, entre todos/as se institucionalizó la integral definida como el área bajo la curva. Se determina así la cantidad de material necesario para cubrir el frente vidriado.

Revestimiento del techo: como última actividad se les planteó la necesidad de revestir el techo de la estructura. Como dato tienen la profundidad, pero no el largo. Por esto, necesitaron encontrar la longitud de la curva. En uno de los procedimientos, algunos estudiantes tomaron puntos, muy cercanos unos de otros, determinando las distancias entre ellos y luego las sumaron. Otros/as estudiantes, a partir de estos puntos, determinan triángulos rectángulos y midieron las hipotenusas. Nuevamente fueron encontrando aproximaciones de la medida de longitud de la curva. Luego, en la puesta en común, y apoyados en todo lo que venían trabajando, definieron cómo encontrar la distancia usando integrales.

Tanto las actividades como la conceptualización que se construyó en la instancia de socialización final en cada una de las clases (puesta en común), debían registrarse individualmente en el portfolio, de modo que tanto estudiantes como docentes pudieron ir constatando avances en los aprendizajes.

Por lo tanto, como se viene diciendo, la evaluación tuvo presencia en los distintos momentos de la implementación de la secuencia de enseñanza.

En el cierre, instancia de acreditación de todo lo trabajado, los/as estudiantes entregaron sus portfolios y materializaron, durante la clase, una parte de la estructura analizada en una maqueta. Para ello, tuvieron que poner en juego otros conocimientos/procesos diferentes apoyándose en los resultados obtenidos en las clases anteriores. En algunas situaciones, lo analizado no era suficiente, por ejemplo, pasar del plano a una estructura tridimensional en la escala pedida, los obligó a recalcular algunas medidas para pensar la materialización de la estructura. La maqueta consistía en un corte del techo de la estructura y tuvieron que decidir: qué función considerar entre todas, que corte de esa curva considerar para el armado de la maqueta, en qué escala, cómo determinar la longitud de esa curva y, como el techo debía armarse utilizando prismas de base triangular, encontrar la cantidad de prismas que se iban a ubicar sobre ella, es decir, debieron decidir qué medidas debían tener las aristas de la base del prisma para que entrara una cantidad entera de veces en la longitud de la curva (los estudiantes pensaron que la forma del techo no iba a quedar curva utilizando esos prismas). A continuación, se presentan algunas imágenes de la clase de realización de la maqueta:



VALORACIÓN ANALÍTICA - LOGROS Y DESAFÍOS FUTUROS

Para los/as estudiantes la elaboración del portfolio y la maqueta, como evidencias para la acreditación de la unidad, favoreció que se generen otras miradas y aprendizajes sobre los conocimientos ya trabajados. Al aplicar competencias propias de la carrera, empleando conocimientos matemáticos, pensamos que permitió el trabajo en un nuevo marco de resolución matemática, pudiendo relacionar distintos marcos de representación para el mismo objeto de conocimiento, tal como lo plantea Duval (2006).

Coincidiendo con Anijovich y González (2011), uno de los beneficios de los portfolios fue que nos permitió ver la finalidad, forma de trabajo y de escritura de cada estudiante y, a su vez,

propició la incorporación de los conocimientos de una manera diferente permitiendo la construcción de los conceptos de un modo más real. Por otra parte, como docentes también adquirimos un método distinto de evaluación, ya que accedimos a una variedad de abordajes de los contenidos por parte de los estudiantes. En palabras de las autoras, “resultan una forma de evaluación auténtica, pues se centran en el desempeño del alumno en un contexto determinado, en su proceso de aprendizaje en tanto logros adquiridos y formas de actuación” (Anijovich y Gonzalez, 2011, p. 119).

Durante el desarrollo de las actividades, se evidenció motivación e interés por parte de los/as estudiantes al aplicar conceptos matemáticos a situaciones contextualizadas en su campo profesional. En la clase de elaboración de la maqueta, fueron muy evidentes los cambios de registros de representación que realizaron poniendo en juego lo analizado en el plano, las mediciones de acuerdo a la escala adecuada para realizar la maqueta, mostrando una actitud proactiva frente al trabajo propuesto y asombro por lo que lograban en cada avance de la producción.

Parafraseando a Lazzatti (2018), el/la profesor/a posee conocimientos que, al transmitirlos en la clase, son “información” para el/la estudiante. Esa información aprehendida es reelaborada por el estudiantado a través de un proceso mental emocional-cognitivo cuyo resultado es un nuevo conocimiento para ellos.

Entonces los docentes, en la instancia de evaluación, deben tener en cuenta el proceso de elaboración de los conocimientos del/de la estudiante y no valorarlo en comparación con el propio conocimiento; considerando el esfuerzo, el empeño y la dedicación puestos en las actividades desarrolladas a lo largo de las clases y cómo fue la construcción de su propio aprendizaje. En este sentido, la evaluación al servicio del aprendizaje, adquiere relevancia en su función formativa.

CONCLUSIONES

“Dime cómo evalúas y te diré cómo enseñas”

Lazzatti, 2018.

En la secuencia de actividades implementada se evidencia una forma de acreditación integral, que guarda coherencia con el trabajo realizado en el aula durante las clases, permitiendo valorar las destrezas, habilidades y conocimientos de los/as estudiantes.

Esta propuesta favoreció disminuir la tensión y el malestar que siempre surgen frente a las evaluaciones de Matemática en los/as estudiantes. Éstos se apropiaron de contenidos matemáticos y los pudieron transferir a la situación de análisis y reproducción de una obra arquitectónica a partir de la realización de una maqueta en forma grupal, sobre la base de un

trabajo colaborativo, donde cada integrante del grupo puso en valor sus propias habilidades y las aportó a la producción compartida.

Por otra parte, el portfolio permitió que cada estudiante evidenciara su progreso en la construcción de conocimientos matemáticos de la unidad desarrollada.

Desde la primera actividad de la secuencia, la clase de Matemática se transformó en un aula taller, donde los/as estudiantes aprendieron a partir de la interacción con otros/as (compañeros/as y docentes). Se co-construyeron los conceptos teóricos abordados en cada actividad, propiciando su institucionalización; por lo que puede afirmarse que tanto el portfolio como la propuesta de realización de maqueta resultaron ser actividades auténticas para la evaluación.

Finalizando la implementación de la secuencia, se invitó a los/as estudiantes a compartir una apreciación respecto a la propia experiencia de aprendizaje en el marco de la propuesta de diseño, a partir de la frase: “Pasar de dos dimensiones a la maqueta me permitió...”.

Se leen voces como las que siguen:

“Ver en escala real lo trabajado en la unidad y verificar de una manera distinta los cálculos realizados”

“Poder visualizar la función en una estructura, además de entender cómo poder realizarla a la hora de construirla.”

“Reconocer cómo sería plasmar en la vida real lo que tanto calculamos ya que sería muy diferente saber sólo el cálculo y no llevarlo a la práctica.”

También se propuso la frase: “Te pedimos que escribas cualquier apreciación que nos ayude a mejorar una próxima propuesta...” como disparador de una evaluación para el equipo docente. Al respecto, dijeron:

“(...) las clases dedicadas a la producción fueron fundamentales, y las explicaciones paso por paso ayudan mucho.”

“Estas propuestas que suman a la materia ayudan a abordar diferentes problemáticas desde un espacio más dinámico, donde aparecen las dudas, los debates, conclusiones”

“Lo que más me costó en este trabajo fue explicar con palabras todo lo analizado clase a clase en un texto que sea entendible y comprensible para otras personas.”

A modo de cierre, retomando el epígrafe de este apartado, se asume necesario reflexionar en torno a la relación entre enseñanza y evaluación.

Siguiendo a Anijovich y Cappelletti (2019), se entiende que la evaluación forma parte de la enseñanza y debe estar al servicio del aprendizaje. En la experiencia relatada se evidencia este principio en el marco del diseño de una secuencia didáctica donde se vinculan significativamente conocimientos matemáticos con competencias profesionales del campo arquitectónico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anijovich, R. y González, C. (2011). Un instrumento integrador: los portafolios. En: R. Anijovich y C. González. *Evaluar para aprender, Conceptos e Instrumentos*, 109-121. Aique Educación.
- Anijovich, R. y Cappelletti, G. (2019). La evaluación en el escenario educativo. En: R. Anijovich y G. Cappelletti. *La evaluación como oportunidad*. Paidós.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1-10), 1-10.
- Camilloni, A, Celman, C., Litwin, E. y Palou de Maté, M. (1998). *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Paidós.
- Knoll, W. y Hechinger, M. (2001). *Maquetas de arquitectura: técnicas y construcción*. Gustavo Gili.
- 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.
- Garelik, C., Pugini Reta, L., Pistonesi, M.V., Martínez, M.P., Llorens, E. (2020). Desafío pedagógico en la UNRN. La Matemática Aplicada vinculada a un objeto arquitectónico. 3º *Jornadas sobre las prácticas docentes en la Universidad Pública*. UNLP <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/6166>
- Lazzatti, P. (2018). Dime cómo evalúas y te diré cómo enseñas. Repensar caminos para evaluar estudiantes y no devaluar personas. *Revista Anales de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales*. UNLP. Año 15/No 48-2018. Anual.
- Maldonado Pérez, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, vol. 13, núm. 23, 263-278. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Venezuela.
- Wiggins, G. (1990). The case for authentic assessment. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 2(1).