CAMPO UNIVERSITARIO

Revista de Educación Superior

La aplicación de la matemática en la carrera de arquitectura: una propuesta de enseñanza

The application of mathematics in the architecture degree program: a teaching proposal

Claudia Garelik[1]
https://orcid.org/0000-0002-4368-9317

Pistonesi María Victoria[2]
https://orcid.org/0000-0001-9075-0582

Plos Néstor[3]
https://orcid.org/ 0009-0008-6375-2855

Beltrán Emanuel[4]
https://orcid.org/0009-0003-7185-5698

Garelik, C. et al. (2025). *La aplicación de la matemática en la carrera de arquitectura: una propuesta de enseñanza*. Campo Universitario, 6 (12), 1-14.

Fecha de recepción: 22/11/2024
Fecha de aceptación: 30/04/2025

Resumen: El presente artículo relata una experiencia pedagógica que se llevó a cabo con un grupo de estudiantes en una dinámica de trabajo de aula-taller, que vincula la Matemática con la Arquitectura. Se desarrolla en primer año de la carrera Arquitectura de la Universidad Nacional de Río Negro (UNRN) y en este marco surge un Proyecto de Investigación (PI)[5]. Se abordaron contenidos de la unidad de funciones y el cálculo diferencial e integral con el uso del software GeoGebra relacionados a la futura formación de nuestros estudiantes. Nos preocupa y nos ocupa, que los conocimientos matemáticos estén vinculados de alguna manera con la futura profesión de nuestros

[1] Universidad Nacional de Río Negro, Argentina. Contacto: cgarelik@unrn.edu.ar
[2] Universidad Nacional de Río Negro (UNRN), Instituto de Formación Docente Continua de General Roca, Río Negro. Argentina. Contacto: mpistonesi@unrn.edu.ar
[3] Universidad Nacional de Río Negro, Argentina. Contacto: nplos@unrn.edu.ar
[4] Universidad Nacional de Río Negro, Argentina. Contacto: emayaradesign@gmail.com
[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 Rio Negro. Resolución rectoral 467/23.

estudiantes, para que el aprendizaje resulte significativo. Las actividades resultaron un verdadero desafío para ellos, creando un ambiente que los motivó a ensayar, producir diferentes soluciones y buscar diversas maneras de validarlas. 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.

Palabras clave: matemáticas aplicadas, arquitectura, enseñanza, aprendizaje significativo, GeoGebra

Abstract: This article describes a pedagogical experience that was carried out with a group of students in a classroom-workshop dynamic that links Mathematics with Architecture. It is developed in the first year of the Architecture degree at the National University of Río Negro (UNRN) and in this framework a research project arises. Contents of the functions unit and differential and integral calculus were addressed with the use of the GeoGebra software in connection with the future training of our students. We are concerned and occupied that mathematical knowledge is linked in some way with the future profession of our students, so that learning is meaningful. The activities were a real challenge for them, creating an environment that motivated them to try, produce different solutions and look for different ways to validate them. The development of these activities allowed work in different representation registers: algebraic, graphic and tables with the use of the GeoGebra software. This made possible, on the one hand, the construction of mathematical knowledge under different registers, carrying out a treatment of the problem in each one of them and the conversion from one to another.

Keywords: applied mathematics, architecture, teaching, meaningful learning, GeoGebra

Introducción

Desde la antigüedad la matemática ha contribuido al desarrollo de importantes obras arquitectónicas, por ejemplo, las pirámides de Egipto. Parafraseando al arquitecto de Oleza (2023), la arquitectura se ha definido y dibujado mediante estructuras geométricas que provienen del análisis matemático. Así, existe una estrecha relación entre la arquitectura y la matemática que, a través de los siglos, ha servido para potenciar nuevas formas arquitectónicas que de otro modo hubieran sido impensables.

Gracias a las formas generadas por ordenador se potencia una arquitectura apartada de los conceptos de la geometría clásica, es decir, aquellas derivadas de un concepto euclidiano simple. El proceso de construcción implica el diseño y la materialización de la estructura física. Por esta razón, es importante entender que la construcción se debe mirar como un aspecto integrador de cada elemento y no como un objeto que se compone a partir de diversos sistemas. La matemática aplicada a proyectar en forma digital ha generado estructuras arquitectónicas que, sin el uso del ordenador, hubieran sido imposibles de imaginar, por ejemplo, el Computer Aided Design (CAD) y el Building Information Modeling (BIM), la introducción en los proyectos de Arquitectura de geometrías paramétricas, es decir, la geometría controlada por parámetros que ayudan a definir características del proyecto arquitectónico.

La asignatura Matemática Aplicada, en la carrera Arquitectura de la UNRN, se dicta en primer año. En el proceso de enseñanza y aprendizaje, una de las vías para alcanzar una mayor eficiencia ha sido la elaboración de propuestas de enseñanza que integren la matemática en situaciones que cobren sentido en los estudiantes. Por ello, creemos que resolver problemas aplicados a la Arquitectura usando conocimientos matemáticos, favorece su comprensión y la posibilidad de aplicarlo a otras situaciones. Además, el uso de un software permite la representación de los objetos matemáticos agilizando los cálculos complejos necesarios para resolver las incógnitas planteadas.

En este sentido el PI propone como metodología de investigación el estudio de diseño. En este trabajo, enmarcado en dicho proyecto, se busca analizar las prácticas de enseñanza de la Matemática a partir del diseño, implementación, evaluación y rediseño de unidades didácticas contextualizadas en el perfil profesional de Arquitectura.

Así, se muestran y analizan dos propuestas didácticas propiciando la aplicación de los conceptos matemáticos. Se tuvieron en cuenta los contenidos de dos unidades del programa, la que corresponde a funciones y al concepto de derivada. Estas actividades buscan posibilitar la reflexión y el pensamiento crítico, partiendo de la práctica y la experimentación, explorando situaciones que permitan desarrollar conceptos teóricos fundamentales, que ayuden a los estudiantes a relacionar los diversos conocimientos que poseen (ya sean de álgebra, cálculo, geometría u otra rama de la matemática) y que los incentiven a abordar situaciones nuevas, con el uso del software GeoGebra como un instrumento que permita la comprensión significativa de un mismo concepto bajo sus distintas representaciones y facilite los cálculos.

Marco teórico

La preparación de los estudiantes para desarrollarse en su vida profesional se enriquece si se generan conocimientos que sean perdurables en el tiempo y que les permitan construir a partir de ellos conocimientos nuevos. Muchos desarrollos teóricos proponen la enseñanza, el aprendizaje, los distintos modos de abordar los contenidos y las formas de apropiación de los conocimientos para lograr la comprensión. Considerándola como un desempeño, Perkins (1999) propone que la comprensión se presenta cuando el sujeto puede pensar y actuar de una manera flexible a partir de lo que sabe. Por esto, las propuestas de enseñanza deberían favorecer que los estudiantes sean capaces de hacer un uso activo del conocimiento y poder transferirlo a otros contextos. Involucrar a los estudiantes en actividades que permitan realizar conexiones entre los distintos temas y puedan relacionarlo con otros ya aprendidos va a favorecer su comprensión. Furman (2023) habla de una educación que genere “aprendizaje profundo”, en la que los estudiantes puedan aprender conceptos, ideas, adquirir habilidades o competencias preparándose para entender, pensar y actuar en la vida. Para ello es fundamental construir una propuesta didáctica que incluya prácticas pedagógicas, favoreciendo la construcción de un aprendizaje profundo de los conceptos aprendidos. De este modo se fomenta un trabajo real y constructivo en las aulas sin perder de vista la vinculación entre el estudiante y su futuro contexto profesional.

En nuestro caso, tenemos como propósito fundamental, presentarles a los estudiantes situaciones que favorezcan un desarrollo creativo de sus capacidades y un uso inteligente de estrategias matemáticas ante problemas del contexto de aplicación. Los contenidos matemáticos, en su gran mayoría, aparecen como herramientas para resolver problemas vinculados con la arquitectura. Como menciona Fritz y otros (2014) "*la matemática en Arquitectura debe contemplar métodos de investigación y razonamiento que permitan al alumno adquirir confianza en su propio pensamiento matemático y, sin duda, la resolución de problemas es una excelente propuesta para lograrlo.*" Parafraseando a estos autores, se podría pensar que la Matemática es parte de la Arquitectura como herramienta para el cálculo de estabilidades de estructuras, de resistencia de materiales, de tensiones, de cargas soportables, y de costos económicos de realización, y además, como un instrumento en la creación artística de la obra, permitiendo el desarrollo y la elaboración de la forma deseada.

La propuesta es contextualizar un contenido dentro de una situación problemática que le de sentido. Tomando palabras de Steiman (2008), que define a la situación problemática como un recorte de la realidad que le da sentido, exige una delimitación del problema, recolección, clasificación, manejo y crítica de datos dados o buscados, trata de poner en juego procedimientos ya trabajados o nuevos, exige la búsqueda de hipótesis que apunten a una solución y lo más importante, que dicha situación tenga relación con alguna práctica o situación laboral futura.

Esta producción se construye en interacción no sólo con el profesor sino también en interacción entre estudiantes. Como plantea Vygotsky (1979), la enseñanza, y en consecuencia el aprendizaje, ocurre en el momento en el cual la persona puede desempeñar una actividad con la ayuda de otra. El estudiante aprende de forma más eficaz, cuando lo hace en un contexto de colaboración e intercambio con sus compañeros. Maldonado Perez (2007), sugiere que el trabajo colaborativo en un contexto educativo se constituya en un modelo de aprendizaje interactivo, que convoque a los estudiantes a construir juntos, lograr metas comunes con el consenso de todos requiriendo el esfuerzo, talento y competencias de los participantes.

Por ello, las actividades deben estar pensadas para que todos los estudiantes participen y colaboren en todo momento. Cada estudiante es responsable, tanto del propio aprendizaje como el de cada uno de los miembros del grupo. El éxito de un estudiante incide en el éxito del resto de sus compañeros de equipo. Las discusiones, la discrepancia, la argumentación y los grados de conocimiento sobre un tema estimulan y favorecen el aprendizaje. Lo mismo debe ocurrir en la puesta en común, pensada como un proceso de construcción colaborativa entre docentes y estudiantes, donde los alcances del pensamiento reflexivo y crítico generan la construcción de los conceptos matemáticos.

La metodología de trabajo tipo taller favorece esta propuesta. Como lo menciona Ander-Egg (1991) se logra un cambio en las relaciones y roles de los educadores y los estudiantes, introduciendo una metodología participativa para que exista la posibilidad de desarrollar la creatividad y la capacidad de investigar. Incorporar esta metodología a la asignatura fue una forma de enseñar y aprender realizando "algo", "aprender haciendo" en comunidad vinculado al propio quehacer profesional. Se trata de relacionar la teoría y la práctica a través de la realización de una secuencia de trabajos, actuando y reflexionando sobre lo realizado en forma grupal, donde como docentes participamos a la par de los estudiantes, acompañando y guiando el proceso de aprendizaje apoyado en los conocimientos teóricos.

Los desarrollos tecnológicos demandan ajustes en los contenidos que los estudiantes deben aprender y las formas de estructurar los ambientes de aprendizaje para que se favorezca la construcción de conocimiento. Coincidimos con Arcavi y Hadas (2003) cuando afirman que la incorporación de herramientas tecnológicas se debería acompañar de situaciones problemáticas que permitan un uso significativo. Como docentes deberíamos proponer preguntas apropiadas en los momentos apropiados, para animar a los estudiantes a tomar postura sobre un problema, a tratar con resultados inesperados, a solicitar justificaciones, a tratar con intuiciones o conocimientos que puedan ser sustentados por una predicción incorrecta que guíe la discusión. Los autores describen algunas de las características del software GeoGebra que son claves y contribuyen al aprendizaje: la visualización como una tarea esencial que permite la construcción y transformación de figuras en tiempo real; la experimentación que permite obtener información a partir de una serie de ejemplos y construcciones auxiliares, pudiendo dar paso a la generalización y enunciación de conjeturas que son fundamentales en la construcción del aprendizaje matemático; la sorpresa que evidencian los estudiantes cuando los resultados difieren de las predicciones, favoreciendo la realización de un nuevo análisis de los conocimientos utilizados. Todo este trabajo de experimentación, retroalimentación y reflexión proporcionan herramientas que deberían potenciar el desarrollo de argumentos y demostraciones matemáticas. Así, creemos que la incorporación del software GeoGebra ofrece a los estudiantes diversas oportunidades para visualizar nuevas relaciones y plantear argumentos para sustentarlas.

Otra cuestión importante para el tratamiento de los objetos matemáticos es la noción de representación. Todo concepto matemático necesita de representaciones porque no se puede acceder a ellas a través de la experiencia sensorial directa. Duval (2006), señala que para lograr el "aprendizaje" de conceptos matemáticos debemos seleccionar registros de representación adecuados que faciliten la comprensión de los objetos matemáticos. Además, sostiene que para la comprensión de un concepto, es necesario coordinar al menos dos registros de representación. Este autor distingue dos conceptos fundamentales: "semiosis", la aprehensión o la producción de una representación semiótica, y "noesis", los actos cognitivos como la aprehensión conceptual de un objeto. Las representaciones semióticas son las que permiten obtener distintas representaciones de un mismo objeto, dando lugar a sistemas semióticos distintos. Es decir, los procesos de la semiosis (aprehensión o producción de una representación semiótica) y de la noesis (aprehensión o construcción conceptual de un objeto) son inseparables. Por esta razón es fundamental que nuestros estudiantes puedan reconocer la existencia de más de un registro de representación semiótica para un mismo objeto matemático. Esto va a colaborar para que no confundan al objeto con sus representaciones y lo puedan reconocer en cada una de ellas. Por ejemplo, una función no es un gráfico, ni una tabla de valores, ni una expresión analítica. Estas son diversas maneras de representar el concepto de función.

Tal coordinación implica manipulaciones dentro de una cierta representación y traducción a través de las representaciones. La situación problema que presentamos y analizamos más adelante es simplemente un ejemplo de muchos, el cual creemos ilustra y consolida las afirmaciones y procesos descritos anteriormente. La descripción incluye la misma situación problema, su implementación con un particular sistema de geometría dinámica.

Desarrollo de la experiencia

Las metodologías o estrategias de enseñanza inciden sobre la forma de trabajo en el aula y dan cuenta de la forma en la cual se proponen los contenidos. El tipo de actividades, las consignas y los recursos didácticos que se utilizan tienen la intención de facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En esta experiencia, nuestra intención fue crear un ambiente que los aliente a ensayar, producir diferentes soluciones y aportar ideas con la utilización del software GeoGebra. Estos ensayos, resoluciones y conjeturas que puedan surgir, son retomados por el docente quien organiza las interacciones en la clase y la puesta en común. En esta última, se estudia la validez de razonamientos y procedimientos, se avanza en la precisión, se elaboran conjeturas e institucionaliza el concepto teórico que fundamenta la resolución más conveniente.

En este artículo se desarrollan dos de las cuatro actividades: "Modelización del techo de una estructura arquitectónica" e "Inclinación de una parte del techo de la estructura". Estas actividades son desarrolladas en forma individual por cada estudiante, pero discutidas en los subgrupos formados en cada mesón.

Con la intención de trabajar con alguna obra arquitectónica conocida por ellos fue elegido el Centro Cultural Heydar Aliyev, Baku que pertenece a la arquitecta Zaha Hadid. (figura 1)

Figura 1. Obra seleccionada, Centro Cultural Heydar Aliyev, Baku, arquitecta Zaha Hadid

Como actividad motivadora se les presentó la obra a través de un video[6] sobre cómo fue construida la misma mencionando el corte a estudiar de la estructura.

Actividad 1: Modelización del techo de la estructura

Se supone que se necesita enviar a una empresa metalúrgica, la fabricación de la viga reticulada y desde la empresa se solicita que el modelo que se les envíe, debe estar a una escala que permita ajustarlo con la mayor precisión posible. Con el software GeoGebra y una cierta cantidad de puntos obtenidos de la imagen del corte de la obra en una escala conveniente, se solicita encontrar una función que modeliza, con la mayor precisión posible, la estructura del techo.

Análisis:
Se plantea trabajar con un corte de la obra en escala 1:400 (Figura 2), considerando el techo que está a la izquierda de la imagen de corte (Figura 3). Como antecedentes se debe tener en cuenta que, en las clases previas a la implementación de la secuencia, los estudiantes resolvieron diferentes situaciones involucrando distintas funciones, analizaron el comportamiento variacional, identificando cada una de ellas bajo distintos registros de representación utilizando el software GeoGebra.

[6] https://youtu.be/9gl0q_Didvo

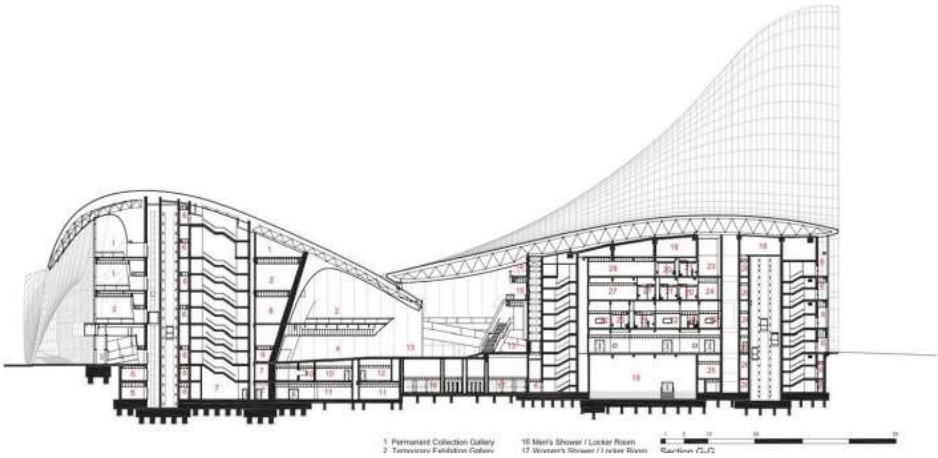

Figura 2. Corte de la obra en escala 1:400

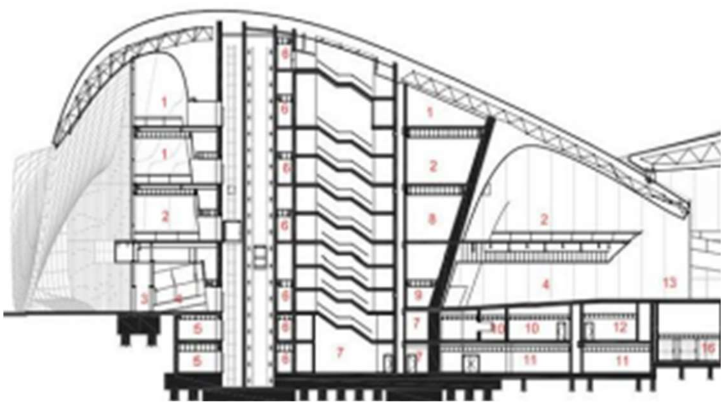

Figura 3. Sección del techo para modelizar

El primer cuestionamiento que surge en los estudiantes es la cantidad de puntos que deben considerar para lograr la mayor precisión posible en el modelo de la estructura. Con la intervención del equipo docente, se propone tener en cuenta por lo menos cuarenta puntos para lograr una mejor aproximación. De esta manera surge la necesidad de realizar un cambio de escala.

Esto favorece la toma de diferentes decisiones por parte de los estudiantes: utilizar la escala 1:200, que se obtiene a partir de una grilla bidimensional de 0.5 cm en la imagen del plano de corte a escala 1:400 (figura 4). Esos puntos son dibujados sobre papel en una hoja A3 en la escala 1:200 (figura 5). Dichos puntos son ingresados en la hoja de cálculo del software GeoGebra y, a partir del ajuste polinomial obtienen la función polinómica que mejor se aproxima a la curva del techo de la estructura.

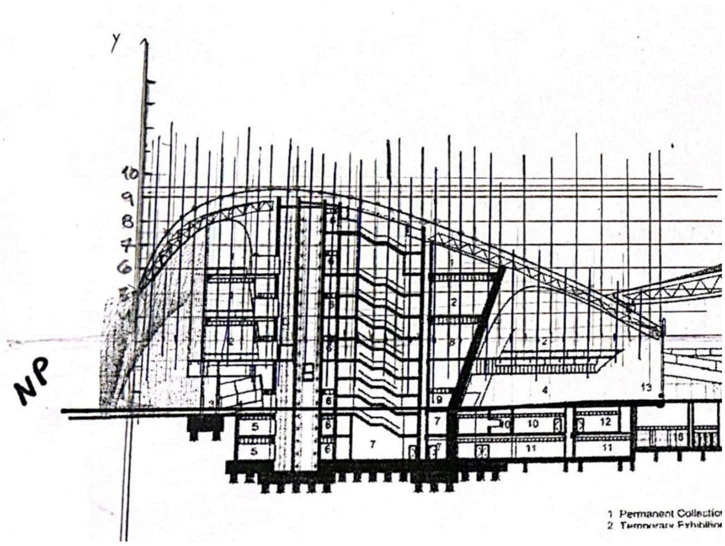

Figura 4. Grilla elaborada por un estudiante en el plano original para marcar los puntos elegidos que permitan modelizar la sección del techo

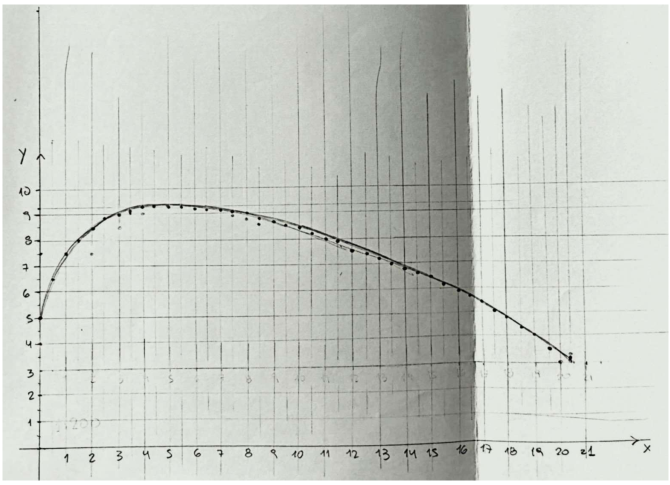

Figura 5. Puntos marcados por un estudiante en la hoja A3 según la escala elegida por él, 1:200, para modelizar la sección del techo

Así, lo relata un estudiante:

"*Comencé a marcar los puntos por la parte superior de la curva (la cubierta del techo) con una distancia de 0.5 cm lo cual me daba un total de 21 puntos. Al charlar esto con los profesores, llegamos a la conclusión que dicha cantidad de puntos era muy acotada como para obtener una curva que mejor se ajuste al techo de la estructura. Como la escala 1:400 no nos permitía trabajar de manera muy cómoda sobre la curva por su tamaño reducido, decidimos hacer un pasaje de escala a 1:200, agregándole el doble de puntos obteniendo un total de 42 puntos. Una vez hecho el pasaje de escala con los 42 puntos graficados en una hoja A3, pasamos la lista de puntos en una hoja de cálculo en el programa GeoGebra desde la vista Gráfica.*"

Luego, en la puesta en común se socializan: los distintos procedimientos, las escalas elegidas y las funciones obtenidas con GeoGebra con sus respectivos dominios de definición, ya que dichos dominios dependen de la escala utilizada. Todos los estudiantes se involucraron con la actividad. El tutorial sobre GeoGebra, los ayudó con el uso del software, pero surgieron diversos interrogantes en relación al modelo que mejor se ajusta a la estructura. Por ello, se les preguntó cuáles eran las funciones que habíamos estudiado y teniendo en cuenta la forma del techo si había alguna que se ajustara mejor. Luego pudieron reflexionar y acordar que la mejor forma era pensar en una función polinómica. Una vez que se acordó considerar dicha función, se pudo observar que al variar el grado se lograba un mayor ajuste. En su mayoría consideraron polinomios de grado 6. El uso del GeoGebra les permitió no solo encontrar dicha función sino ver que el modelo encontrado se ajustaba con mayor precisión a la estructura.

En relación a las dificultades, nos dimos cuenta que el desarrollo de las consignas requería más tiempo en el aula del que se dedicó para que se favorezca un mayor intercambio entre los estudiantes. Con relación a las consignas propuestas, en la primera actividad, al solicitar: consideren "*una cierta cantidad de puntos obtenidos de la imagen del corte de la obra en una escala conveniente, se solicita encontrar una función que modeliza, con la mayor precisión posible, la estructura del techo.*", los estudiantes tomaban pocos puntos, con lo cual obtenían una curva poco aproximada al techo de la estructura. Fue necesaria la intervención docente al sugerir que consideren por lo menos cuarenta puntos. Este análisis sobre los obstáculos será tenido en cuenta a la hora de rediseñar la secuencia didáctica para volver a implementarla en el futuro.

Actividad 2: a) Estudio de la inclinación del techo de la estructura

Antes de la presentación de esta actividad, se desarrollan los conceptos: límite de una función en un punto y en el infinito, límites infinitos, asíntotas y el estudio de la continuidad de una función en el conjunto de los números reales. En esta asignatura, se toma la decisión de utilizar el software GeoGebra para los cálculos de límite de una función ya que el interés está puesto en la comprensión de cada noción y no en el cálculo propiamente dicho.

En la consigna de esta actividad, se plantea:

S*eleccionar en la gráfica de la función que modeliza el techo, por lo menos tres puntos en los que se observe variación en la inclinación del techo de la estructura. En cada uno de esos puntos, y utilizando GeoGebra, determinar la pendiente del techo justificando dicha afirmación. Analizar además, si es posible determinar la pendiente del techo en otros puntos del mismo.*

Análisis:

En esta actividad, recuperan el concepto de pendiente de una recta conociendo dos puntos de la misma. Tomando un punto cercano al punto elegido, hallan la pendiente de la recta que queda determinada por esos dos puntos con GeoGebra (figura 6).

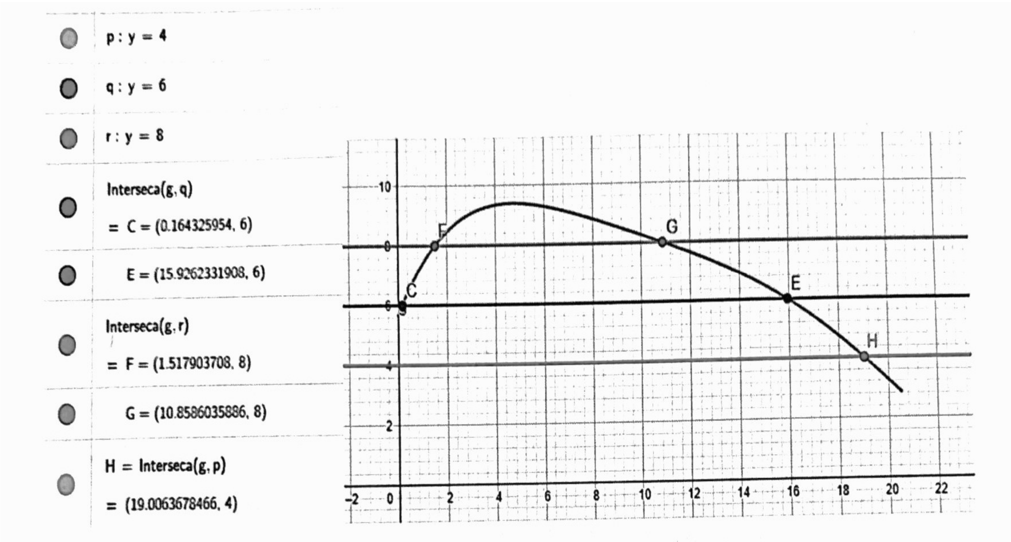

Figura 6. En la curva determinada por GeoGebra según los puntos ingresados, determinan las rectas secantes a dicha curva buscando determinar la pendiente del techo

En este momento del desarrollo notan que dicha recta es secante a la curva y está alejada de la curva que representa al techo.

Un grupo llega a la conclusión que, si se mueve un punto y el otro queda fijo, se va modificando la pendiente de la recta secante proponiendo trabajar con una tabla de valores.

Construyen la noción de la pendiente de la recta tangente en un punto determinado, al concluir que, acercando el punto variable al punto fijo, la variación en la variable independiente x es cada vez más pequeña y lo relacionan con el concepto de límite. Basándose en dicho concepto, pudieron redefinir la pendiente de la recta tangente como el límite del cociente incremental entre la variación de las ordenadas sobre la variación de las abscisas cuando el incremento en x tiende a cero. Para la construcción de este concepto fue fundamental el dinamismo del GeoGebra, ya que permite visualizar los movimientos de la recta bajos sus distintas representaciones, a medida que se modifica la ubicación del punto móvil aproximándose al punto fijo y, a partir de él, que la derivada de la función en un punto es la pendiente de la recta tangente en ese punto. (figura 7)

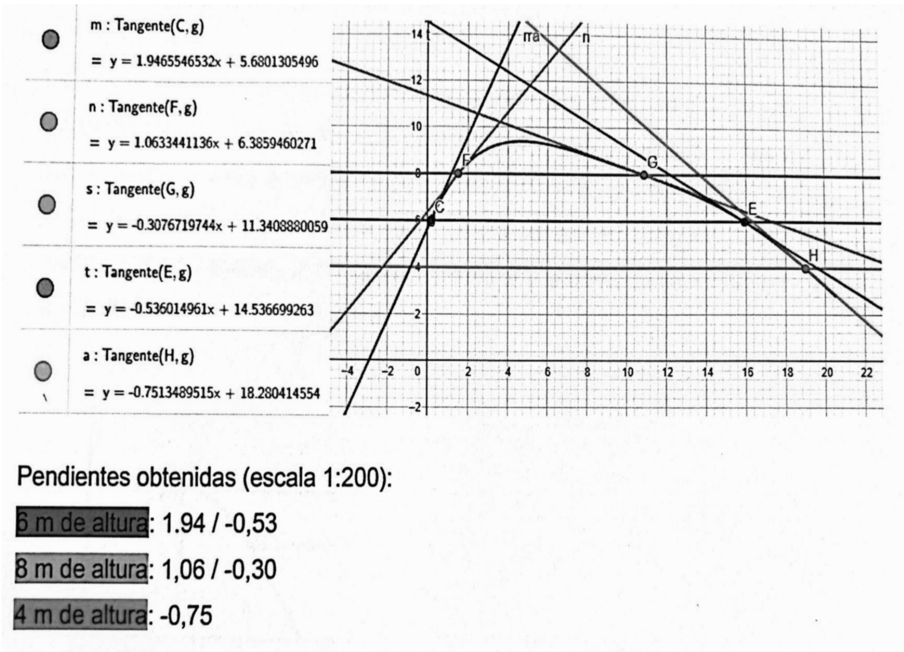

Figura 7. Fijando el punto de la recta secante en el cual necesitan hallar la pendiente del techo, y acercando el otro punto a éste, obtienen rectas cada vez más aproximadas a la curva en dicho punto fijo buscando determinar la pendiente del techo

En esa misma clase se trabajó la siguiente consigna:

b) Alquiler de la grúa para tener acceso al techo

Una vez determinada la pendiente del techo en algunos puntos del mismo, surge la necesidad de acceder a la parte más alta de la estructura utilizando una grúa. Para ello se debe precisar cuál es el punto más alto de la estructura al que se necesita acceder con la grúa, ya que existe gran variedad de estas maquinarias en el mercado.

Análisis:

En base a lo trabajado en la actividad anterior, en la puesta en común, 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 una recta cuya pendiente es cero y, con la ayuda del software pudieron ver que es el valor donde la función derivada tiene una raíz o cero en su gráfica.

También pudieron observar, guiados con las preguntas de las docentes, el crecimiento y decrecimiento de la función asociado al signo de la función derivada (positividad y negatividad de la función derivada respectivamente).

Luego de haber trabajado la noción de límite, el abordaje del concepto de derivada resulta muy complejo para nuestros estudiantes. En el caso de la derivada, este tipo de obstáculos puede abordarse pensando el mismo concepto bajo distintos marcos: geométrico y analítico, persistiendo el marco geométrico, ya que en un principio la noción de tangente surge en un ambiente geométrico desde la antigüedad griega; más adelante, al tratar de generalizar el concepto de recta tangente a una circunferencia al de recta tangente a una curva en un punto determinado, siendo dicha curva la representación gráfica de una función, se presentan dificultades conceptuales, como es el caso de intentar mantener la idea de tangencia de manera local. Ese tipo de problemas que se presentan en la geometría hacen que se tenga que resolver la idea de la recta tangente a una curva en un punto desde lo analítico; este método empieza a emerger con los trabajos de Newton y Leibniz, en la línea de desarrollo de la geometría analítica en un proceso que va de las curvas a las ecuaciones y de las ecuaciones a las funciones. Así, el problema de trazar la recta tangente a una curva en un punto se convierte en el problema analítico de establecer condiciones para definir la derivada de una función en este punto.

Calcerrada Zamora afirma que existe un paralelismo innegable entre las concepciones matemáticas y el pensamiento arquitectónico: la geometría euclidiana, configurando el ser sensible según dimensiones mensurables y precisas, el trabajo de Leibniz sobre el Cálculo Integral y el desarrollado la Geometría Descriptiva que permitieron a Guarini construir la cúpula de San Lorenzo en Turín.

Reflexiones finales

Los instrumentos didácticos diseñados para el aprendizaje, muchas veces, no están pensados en términos de construcción de conocimientos, sino de aplicación de los ya construidos para la resolución de situaciones. Para ello, es necesario que realicemos el análisis didáctico, Edelstein (2007), poniendo como objeto de estudio las propias prácticas de enseñanza. Poner en diálogo las propias prácticas, dando lugar a procesos reflexivos y críticos, aportes conceptuales y metodológicos que habilitan una labor analítica rigurosa para volver sobre las propias clases, objetivar los hechos y procesos que tienen lugar, para lograr nuevas comprensiones y a partir de ello recrearlas.

Uno de los problemas en el proceso de aprendizaje tiene que ver con la contextualización de las nociones matemáticas, es decir en ocasiones los estudiantes pueden llegar a dominar los conceptos matemáticos y entender las definiciones, pero al momento de establecer una aplicación de ese concepto con el mundo fenomenológico se encuentran dificultades.

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. La forma espiralada en la cual se fueron planteando las consignas de las situaciones problemáticas, permitió la vinculación y construcción significativa de los saberes. El trabajo colaborativo empleado como una estrategia didáctica de enseñanza y aprendizaje durante las clases, también lo favoreció. 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. A partir de los ensayos, resoluciones y conjeturas que pudieron surgir, el equipo docente organizó las interacciones en la clase y la puesta en común, donde a partir de lo resuelto por los estudiantes, se institucionalizaron los conceptos matemáticos que favorecieron a la resolución del problema. En la puesta en común se estudió la validez de razonamientos y procedimientos, se avanzó en la precisión, se elaboraron conjeturas e institucionalizaron los conceptos teóricos que fundamentaron la resolución más conveniente.

Para finalizar creemos que el estudio de diseño de esta propuesta contextualizada en una obra real nos permitió tener otra mirada en relación con la enseñanza de la matemática en el nivel universitario. Los estudiantes rescataron positivamente la propuesta ya que fue facilitadora para lograr el aprendizaje de los conceptos matemáticos de la unidad Cálculo Diferencial e Integral de una manera amena, sin poner el acento en el cálculo propiamente dicho, que lo realizaban con el software, sino en la aplicación de los conceptos a su práctica profesional.

Referencias Bibliográficas

Arcavi, A. & Hadas, N. (2003). *El computador como medio de aprendizaje: ejemplo de un enfoque*. En International Journal of Computers for Mathematical Learning, 5, p.25 - 45. Kluwer Academic Publishers. Disponible en: https://repensarlasmatematicas.files.wordpress.com/2014/01/s71-material-dereferencia.pdf

Ander-Hegg, E. (1991). *El taller. Una alternativa de renovación pedagógica.* Editorial MAGISTERIO DEL RÍO DE LA PLATA. 2da Edición. Buenos Aires, Argentina.

Duval, R. (2006). *Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación*. La Gaceta de RSME, . (1), pp.143-168. LA GACETA DE LA RSME, Vol. 9.1 (2006), P´ ags. 143–168 143 EDUCACIÓN Sección a cargo de María Luz Callejo Un tema crucial en la educaci´on matem´atica: La habilidad para cambiar el registro de representación 1 por Raymond Duval

Calcerrada Zamora, F. *"Las Matemáticas y la Arquitectura"*. Disponible en http://matematicas.uclm.es/ita-cr/web_matematicas/trabajos/84/matematicas_arquitectura.pdf de Oleza, J. (2023). Las matemáticas el espíritu de la arquitectura. Recuperado de https://cwork.cat/las-matematicas/

Edelstein, G. (2007). *Didáctica y orientaciones prácticas. ¿Una obstinación o un desafío? Aportes al debate.* Itinerarios Educativos. (3), 38-59. UNL. doi: https://doi.org/10.14409/ie.v1i3.3913

Fritz, M. S., González Mues, P., Imbach, M. G., Kernot, S., Laspina, C., Speratti, H., & Vuizot, M. V. (2014). *Una propuesta didáctica que integra conceptos matemáticos en situaciones contextualizadas*. V Jornadas de Educación Matemática y II Jornadas de Investigación en Educación Matemática, 26.

Furman, M. (2023). *Enseñar distinto*. 1° Edición especial. Colección Formando Docentes. SXXI Editores para el Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Formación Docente. ISBN 978-987-801-231-5

Maldonado Pérez, M. *El trabajo colaborativo en el aula universitaria*. Laurus, vol. 13, núm.23, 2007, pp. 263-278 Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas, Venezuela

Perkins, D. (1999) *¿Qué es la comprensión?* En Wiske, M. S. (Compil.) La enseñanza para la Comprensión. Paidós, Buenos Aires.

Steiman, J. (2008). *Más Didáctica (en la educación superior)*. Buenos Aires: Miño y Dávila.

Vygotsky. L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores.* Barcelona: Grijalbo