

Funciones matemáticas a través del enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (CTIAM)

Sandra Analía Hernández

Walter Raúl Rogelio Acosta

Beatriz Susana Marrón

(Universidad Nacional del Sur. Argentina)

Fecha de recepción: 24 de abril de 2021

Fecha de aceptación: 30 de abril de 2021

Resumen

En este artículo se presenta una experiencia de innovación educativa en el ámbito del currículum de la Educación Técnica Profesional para Maestro Mayor de Obras (MMO), de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. La propuesta didáctica que integra conceptos matemáticos en situaciones contextualizadas incluye el trabajo colaborativo en grupos a través de la ejecución de un proyecto interdisciplinar que involucra funciones matemáticas y a partir del cual se pondrá en evidencia la validez y la viabilidad de la modelización matemática como metodología. El abordaje se realiza a través del enfoque educativo Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática el cual promueve el desarrollo de habilidades requeridas en la sociedad actual tales como la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la autonomía y el trabajo colaborativo.

Palabras clave

Funciones matemáticas, enfoque CTIAM, trabajo por proyectos, Educación Técnica Profesional, estrategia didáctica, educación remota de emergencia

Title

Mathematical functions through the approach Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM)

Abstract

This article presents an experience of educational innovation in the field of the curriculum of Professional Technical Education for Master of Works (MMO), from de Buenos Aires, Argentina. The didactic proposal that integrates mathematical concepts in contextualized situations includes collaborative work in groups through the execution of an interdisciplinary project involving mathematical functions and from which validity and validity will be evidenced feasibility of mathematical modelling as a methodology. The approach is carried out through the educational approach Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics which promotes the development of skills required in today's society such as innovation, creativity, critical thinking, autonomy and collaborative work.

Keywords

Mathematical functions, STEAM approach, project work, Vocational Technical Education, teaching strategy, emergency remote education



1. Introducción

La educación matemática presenta, quizás hoy más que nunca, la necesidad de revelar la aplicabilidad de los conceptos y propiedades matemáticas enseñadas.

Gómez Urgellés (2008, p.4) cita a Puig Adam quien apuntaba:

Uno de los defectos fundamentales que tenía la enseñanza matemática, para técnicos en los comienzos del siglo era su exceso de abstracción, su inconsciente apartamiento de toda aplicación inmediata al mundo real... la culpa de su incapacidad no radicaba en la matemática en sí, sino en el modo cómo se las había enseñado.

Lo cierto es que la actividad docente dispone, en el área de la Matemática en las escuelas técnicas, de una gama de opciones didácticas, de pensamiento pedagógico y de consideraciones prácticas que la hacen cada día más interesante. En este contexto el estudiantado ocupa un lugar activo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje interactuando con los contenidos de acuerdo a las exigencias que impone el entorno científico-tecnológico actual.

Asimismo, teniendo en cuenta que un cierto porcentaje del alumnado de escuela técnica puede considerarse como potencial estudiante de carreras de ingeniería o arquitectura, un objetivo en su formación es que adquiera competencias específicas para ser capaz, en su vida profesional, de modificar su entorno de manera creativa. Una forma de lograrlo es alcanzar, durante su escolarización, las competencias de diseño mediante las cuales pueda modelar la realidad y, sin lugar a dudas, las funciones matemáticas son herramientas fundamentales en su desarrollo.

En concreto, la importancia de enseñar funciones radica en la conexión que tienen con la vida real y por ser la base fundamental para comprender los posteriores temas del Análisis Matemático. Para un/a profesional de la ingeniería las funciones matemáticas son un elemento indispensable utilizado para resolver aquellos problemas que requieran la relación entre magnitudes o cantidades ya que permite expresar dependencia entre las variables.

Por su parte, la modelización matemática constituye una competencia profesional de innegable utilidad práctica y tiene un rol importante como método de enseñanza y de investigación. Numerables autores la utilizan como estrategia didáctica con el objetivo de que sus estudiantes puedan contextualizar aplicaciones ingenieriles, artísticas y tecnológicas (Bejarano-Arias, y Ortiz-Buitrago, 2017; Fritz, González-Mues, Imbach, Kernot, Laspina, Speratti y Vuizot, 2014; Gómez-Urgellés, 2008; Mendible y Ortiz, 2007; Plaza-Gálvez, 2017; Rodríguez-Gallegos y Quiroz-Rivera, 2016).

Acerca de la importancia de las matemáticas como aplicación en la ingeniería, Plaza-Gálvez (2017, pág.56) afirma que: “Los estudios más relevantes coinciden en este punto y destacan la modelación matemática como elemento que abre la posibilidad de vincular el conocimiento académico, propio de las aulas, y la realidad empírica del mundo laboral y social.”

En este artículo se presenta una experiencia de innovación educativa en el ámbito del currículum de la Educación Técnica Profesional para Maestro Mayor de Obras (MMO), de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. La propuesta didáctica que integra conceptos matemáticos en situaciones contextualizadas incluye el trabajo colaborativo en grupos a través de la ejecución de un proyecto que involucra funciones matemáticas y a partir del cual se pondrá en evidencia la validez y la viabilidad de

la modelización matemática como metodología y la importancia del binomio matemática-realidad. (Gómez Urgellés, 2008)

Más específicamente, se trabaja en la enseñanza del tema funciones, implementando la modelización en la realización de un proyecto con enfoque STEAM, acrónimo en inglés de Science, Technology, Engineering, Art y Mathematics, cada vez más popularizado con sus siglas en castellano CTIAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática).

Las propuestas didácticas CTIAM, en forma de actividades o proyectos, llevan asociadas el trabajo colaborativo, centrado en el aprendizaje interdisciplinar e integrado de las ciencias, las tecnologías, el arte, las ingenierías y las matemáticas, a través de la investigación. Esta metodología replica en las aulas los modos en que se desarrolla la ciencia; así, el estudiantado aprende ciencias reproduciendo el proceso de investigación que sigue esta disciplina para crear conocimiento: se plantean hipótesis, se cuestiona, se investiga, se rastrean antecedentes, se plantean estrategias, se indagan necesidades, se diseñan experimentos/objetos, se recogen datos, se conjeturan respuestas y conclusiones que expliquen lo realizado. (Artigue y Blomhøj, 2013; Domènech Casal, 2019).

Zamorano-Escalona, García-Cartagena y Reyes-González (2018) en su publicación acerca de la educación para el sujeto del siglo XXI, puntualizan los requerimientos para la construcción de una propuesta didáctica STEAM, los cuales Fernández-Blanco, González-Roel y Álvarez Ares (2020, pág. 4) sintetizan en los siguientes ítems:

1. Gira en torno a un tema vinculado al mundo real y próximo al contexto de los estudiantes, de forma que este sea motivador y que aumente su confianza e interés por las áreas STEAM;
2. Se orienta hacia la resolución de un problema, y este a su vez, hacia la creación de un producto por parte de los estudiantes, priorizando el desarrollo de ciertas habilidades frente los contenidos;
3. Las disciplinas que componen STEAM se presentan integradas de forma interdisciplinaria y conectada con el tema central;
4. El estudiante es el protagonista, trabajando principalmente de manera colaborativa y el docente actúa como simple guía;
5. Se incorpora el uso de la tecnología y la creación artística como herramientas;
6. La propuesta finaliza con la presentación y evaluación de un producto diseñado por los estudiantes. Se evalúa tanto el proceso como el producto, concediendo más importancia al primero.

Por su parte, respecto a este enfoque, Oliveros-Ruiz, Vargas-Osuna, Cabrera-Cordoba y Garcia-Angel, (2018) postulan que:

A diferencia de los modelos tradicionales de enseñanza, los educadores que utilizan el marco de STEAM unen las disciplinas, aprovechando la sinergia dinámica entre el proceso de modelado y el contenido de matemáticas y ciencias para borrar las fronteras entre las técnicas de modelado y el pensamiento científico/matemático. A través de este enfoque holístico, los estudiantes son capaces de ejercer ambos lados de su cerebro a la vez.

El motivo de enseñar funciones utilizando este enfoque de enseñanza se debe a que la enseñanza a través de estos proyectos y actividades se enfoca en la aplicabilidad e interdisciplinaridad de los



conocimientos de ciencias y matemáticas, y tienen como objetivo la aplicación de dichos conocimientos a la tecnología y la ingeniería.

A través de este enfoque contextualizado e interdisciplinar, el estudiantado se desenvuelve como protagonista de su propio aprendizaje, lo cual le permite desarrollar habilidades tales como: fomentar la creatividad, trabajar colaborativamente con sus pares, tomar decisiones que lleven a la concreción de un proyecto, en definitiva, desplegar destrezas que promuevan su autoconfianza y su independencia.

A continuación se plantea el marco curricular e institucional en el cual se llevó a cabo la propuesta como así también los detalles de la misma, la cual debido a la pandemia de COVID-19 se desarrolló íntegramente en modo remoto con clases sincrónicas y asincrónicas.

2. Marco curricular e institucional

La asignatura Análisis Matemático se dicta para estudiantes de 5to año del ciclo de Formación Científico Tecnológica, de Educación Técnica Profesional para Maestro Mayor de Obras (MMO), de acuerdo al Diseño Curricular de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (Caballin, 2018). La misma está pautada para impartirse con una frecuencia semanal de dos encuentros presenciales de dos horas reloj cada uno y una carga horaria total de 144 horas reloj.

Debido al aislamiento social, preventivo y obligatorio (ASPO) surgido de la pandemia de COVID-19, en 2020 la asignatura se llevó a cabo en un encuentro semanal sincrónico de dos horas reloj a través de la plataforma Meet, y encuentros asincrónicos a través de la plataforma Classroom en los que los y las estudiantes dispusieron de material de consulta y trabajos teórico-prácticos con entregas pautadas semanalmente. Todas las inquietudes se canalizaban cada semana durante el encuentro sincrónico o a través de la plataforma.

La matrícula del curso estuvo compuesta por 33 estudiantes, 16 mujeres y 17 varones, sin problemas de accesibilidad ya que todos poseían sus propios dispositivos y acceso a internet. Solo un estudiante mostró resistencia a la modalidad virtual, y a la entrega asincrónica de trabajos.

Más allá de la interpretación y adquisición de los conceptos específicos pertinentes a la asignatura, el Diseño Curricular antes mencionado, establece una serie de capacidades que las y los estudiantes debieran desarrollar una vez finalizado el cursado de la materia, de las cuales nos parece importante poner énfasis en las siguientes:

- Establecer transferencias pertinentes de los conceptos a situaciones intra y/o extra-matemáticas de la especialidad.
- Comprobar la importancia de la formalización como herramienta de comunicación en el ámbito de la Matemática.
- Comparar las soluciones analíticas y gráficas.
- Utilizar software de aplicación en modelos matemáticos.
- Aplicar de manera autónoma diversas estrategias en la resolución de problemas.

Atendiendo a estas capacidades que el estudiantado debiera desarrollar, se propusieron actividades sincrónicas y asincrónicas.

3. Las propuestas

El docente a cargo del curso asumió el desafío de abordar conceptos de Análisis Matemático, a través del enfoque Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática, en su rol de formador de futuros profesionales cuyo sector de actividad socio productiva serán las Construcciones Edilicias.

Las estrategias y recursos metodológicos utilizados fueron variados y se plantearon al grupo clase a través de actividades a desarrollar tanto de manera asincrónica como sincrónica, tal como se detalla a continuación:

3.1. Actividad sincrónica: Funciones cuadráticas Parte I – Aprendiendo del error

Esta actividad se realizó de manera sincrónica y grupal y tuvo como objetivo repasar los contenidos adquiridos durante el desarrollo del tema funciones cuadráticas, haciendo hincapié en los errores más comúnmente cometidos por el estudiantado, los cuales habían sido puestos de manifiesto en la resolución de la ejercitación propuesta oportunamente.

El lenguaje simbólico y abstracto de la matemática exige un esfuerzo continuo que hace que muchos estudiantes se desanimen si no alcanzan sus objetivos, incluso frecuentemente cuestionan el aprendizaje de ciertos conceptos matemáticos para su futura profesión (MMO) a la que algunos han pensado reforzar con estudios universitario en carreras como Ingeniería Civil o Arquitectura.

3.1.1. ¿Por qué estudiar funciones matemáticas si voy a ser Maestro/a Mayor de Obras?

A partir de la pregunta que encabeza la actividad se generó un torbellino de ideas analizando con el grupo clase las distintas respuestas que iban surgiendo, quedando de manifiesto que los cálculos analíticos que proporcionan las herramientas matemáticas, no solo son útiles para averiguar información sobre costos, cantidad de material a usar en una construcción, superficies y áreas, sino que además contribuyen a aumentar la agilidad cognitiva (pensamiento) para resolver problemas no solo matemáticos sino también cotidianos.

En el contexto de la *Unidad Didáctica: Funciones*, se hace hincapié en que las mismas han sido utilizadas desde la antigüedad en cálculos arquitectónicos (Magistrali, 2019). Además del uso necesario de las matemáticas en la ingeniería de edificios, los arquitectos las utilizan para diseñar formas que se consideran bellas o armoniosas para sus culturas. (Calcerrada Zamora, 2013; Vallejo López, 2011).

3.1.2. La actividad propuesta

Como estrategia didáctica para repasar los contenidos adquiridos en el tema funciones cuadráticas, se introduce la siguiente propuesta:

Se le muestra al grupo clase la figura 1, en la cual puede verse el Arco Gateway y se le comenta características y detalles de esta obra arquitectónica construida para conmemorar la expansión hacia el oeste de los Estados Unidos que se encuentra emplazada a orillas del río Misisipi, en San Luis, Misuri. Con 200 metros de altura máxima, es el monumento más alto hecho por el hombre dicho país, es el edificio accesible más alto del estado de Misuri y también es la mayor estructura arquitectónica con forma de arco catenario aplastado. El arco fue diseñado por el arquitecto estadounidense de



origen finlandés Eero Saarinen y el ingeniero de estructuras alemán Hannskarl Bandel en 1947. Su construcción comenzó el 12 de febrero de 1963 y terminó el 28 de octubre de 1965 y costó 13 millones de dólares en su tiempo (unos 90 millones de dólares hoy en día). El monumento encuentra abierto al público desde el 10 de junio de 1967.



Figura 1. El Arco Gateway en enero de 2008. Tomado de: De St_Louis_night_explend.jpg: Daniel Schwenderivative work: ←fetchcomms - St_Louis_night_explend.jpg, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14673204>.

Presentada la obra y sus características principales, se propone al estudiantado trabajar con esta estructura en \mathbb{R}^2 , es decir en un plano, recordando que la gráfica de una función cuadrática es una parábola, la cual es una curva en forma de "u".



Figura 2. Imagen del Arco Gateway como una función cuadrática ("u" invertida) en el plano x e y.

La figura 2 muestra cómo podemos imaginar una parábola invertida en el plano x e y sobre el Arco Gateway, y así poder trabajar con:

- Propiedades matemáticas de factorización vistas en 4° año.
- Cálculo de intersecciones con los ejes x e y.
- Correcta aplicación de fórmulas.
- Análisis de procedimientos.

La situación problema

Se le plantea al grupo clase la siguiente situación problema:

Un estudiante de 6º año de esta Escuela Técnica propuso analizar la función perteneciente al Arco Gateway, y el resultado fue el siguiente:[...]

Se muestra el detalle de todos y cada uno de los cálculos realizados por dicho estudiante hipotético para obtener la intersección con el eje y, la primera y la segunda intersección con el eje x y el vértice. Asimismo se muestra un gráfico en donde dicho estudiante volcó todas las coordenadas halladas.

La consigna

Frente a lo observado trabajaremos los siguientes puntos:

- *Determinar cuáles son los errores procedimentales y numéricos cometidos por el estudiante*
- *Analizar los errores del gráfico, teniendo en cuenta cada una de las coordenadas.*
- *Graficar con GeoGebra los datos correctos.*

Una vez realizado el análisis completo, todo lo trabajado debía volcarse en un formulario Google para registro del docente.

Desafío extra

Un desafío adicional lo constituyó el desplazamiento imaginario del eje de simetría. ¿Sería factible realizar esta obra monumental si su eje de simetría estuviera desplazado como muestra la figura 3?



Figura 3. Imagen del Arco Gateway como una función cuadrática (“u” invertida) en el plano x e y, con el eje de simetría desplazado.

El objetivo de este desafío fue discutir acerca de que si bien matemáticamente podríamos trabajar con el desplazamiento de una función cuadrática y calcular las intersecciones con los ejes x e y, no debe perderse de vista que el Arco Gateway posee un ancho total de 192 metros, y una altura máxima aproximada de 200 metros, por lo cual su eje de simetría es muy importante para poder mantenerse ergido.



3.2. Actividad asincrónica grupal: Funciones cuadráticas Parte II – Construyendo maquetas

Los requerimientos del Diseño Curricular de Educación Técnica Profesional para Maestro Mayor de Obras, enfatizan la necesidad de que el estudiantado incorpore saberes pero que además evidencie un cambio tanto actitudinal como procedimental en función del recorrido en el ciclo lectivo. En tal sentido, el trabajo colaborativo se torna fundamental, sobre todo en los espacios de formación práctica, buscando que cada estudiante desarrolle capacidades de trabajo grupal, y le sea posible establecer los pasos a seguir para la resolución de situaciones problema.

Es importante para el/la futuro/a Maestro/a Mayor de Obras valorar la diversidad, atendiendo y respetando las posiciones de otros, reconociendo sus argumentos. Es substancial que desarrolle habilidades de relaciones interpersonales y de trabajo en equipo.

Es por ello que para realizar esta actividad se puso como condicionamiento trabajar en grupos, los cuales deberían estar formados por no más de 5 (cinco) integrantes, a libre elección.

En el lapso de 8 (ocho) días, comunicados por distintas redes sociales y plataformas, respetando el ASPO surgido de la pandemia de COVID-19, los distintos grupos debieron responder a la consigna propuesta, la cual se detalla a continuación.

La consigna del trabajo grupal

“Inspirados en el Arco Gateway, deberán realizar la maqueta de un monumento creado por ustedes, es decir, una pieza artística sobre un personaje, un objeto, un lugar o un hecho histórico propio de nuestra ciudad o su zona de influencia.” (Profesor)

¿Cómo presentar el trabajo?

Cada grupo debió realizar y subir al Classroom del curso una presentación PowerPoint en donde se mostrara todo lo trabajado en su proyecto

En la presentación PowerPoint debía constar:

1. Integrantes del grupo: nombre y apellido de cada uno.
2. Título de la obra: que aluda al hecho histórico, lugar, objeto o personaje que sirvió de inspiración para realizar la maqueta.
3. Introducción: narrativa (no copiado y pegado) explicando de qué se trata el hecho histórico, lugar, objeto o personaje que inspiró la realización del trabajo.
4. Diseño de la maqueta en 2D, mostrando el trabajo paso a paso.
 - Elección y mención de las funciones matemáticas con que se trabajó.
 - Realización de un croquis (respetando todo lo aprendido en Dibujo técnico) en un plano x-y del monumento, adjuntando diferentes vistas e indicando las medidas que tiene la obra.
5. Diseño de la maqueta en 3D, mostrando el trabajo paso a paso.

- Croquis del monumento en 3D diagramado con el programa de diseño Tinkercard (<https://www.tinkercad.com>).
- Registro mediante capturas de pantallas del monumento en 3D desde distintos ángulos para que se pueda apreciar en su totalidad, indicando de qué parte del monumento se trata.

6. Diseño de una placa conmemorativa (imagen digital prediseñada) que dé idea de qué se trata la obra.

Finalizado el diseño de la obra, cada grupo debió exportar desde Tinkercard un archivo compatible con impresora 3D para su posterior impresión. El archivo generado también debía subirse al Classroom del curso.

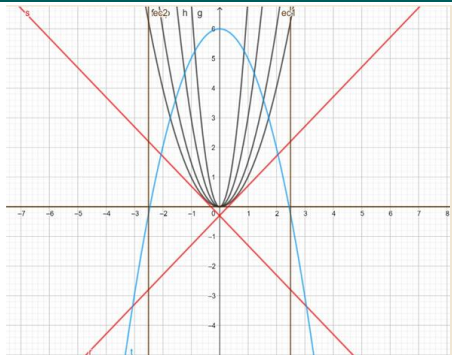
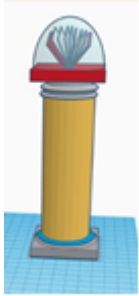
Puesta en común de los proyectos realizados


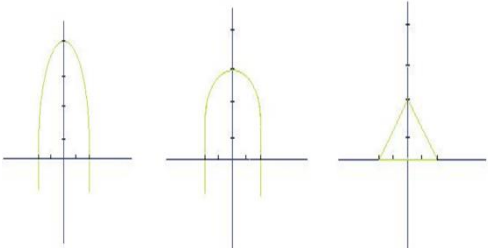

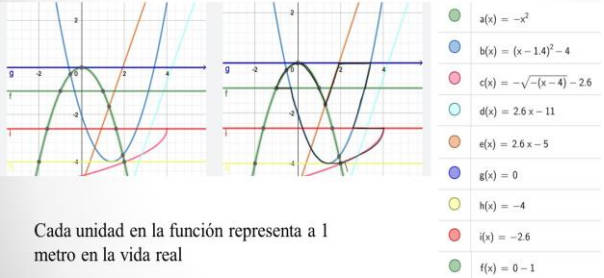

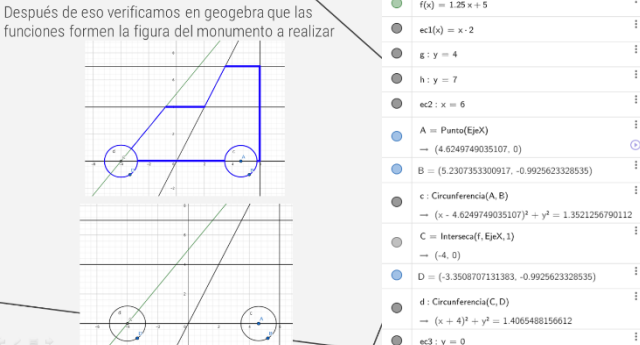
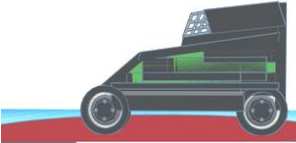
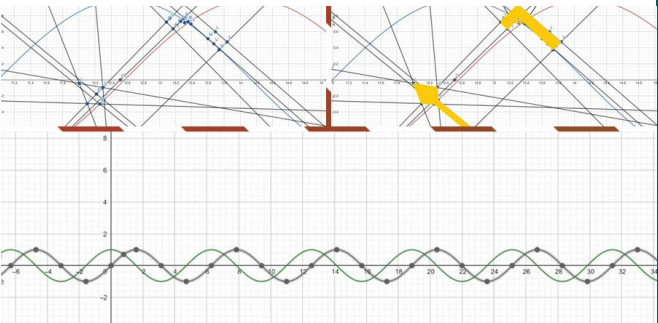

Una vez realizadas todas las entregas, cada grupo muestra al resto de la clase su proyecto, haciendo hincapié en la temática abordada, la investigación realizada, las funciones matemáticas implicadas en el diseño de la maqueta propuesta y las dificultades que tuvieron que superar al utilizar las herramientas tecnológicas propuestas.

Esta instancia de socialización es de fundamental importancia para debatir sobre las propuestas presentadas, las funciones utilizadas y explicitar cómo lograron plasmar en una maqueta real una idea abstracta modelada.

3. 2. 1. Resultados de la actividad: las maquetas

Se presentaron 9 (nueve) proyectos, los cuales se muestran en las siguientes tablas bajo la leyenda: Proyectos presentados y maquetas diseñadas por cada grupo de estudiantes. Por cuestión de espacio se muestran en tres tablas: la tabla 1, la tabla 2 y la tabla 3, estas últimas como continuación de la primera. En las mismas pueden observarse el título del proyecto y sus autores, las distintas formas en las que expresaron las funciones utilizadas y la imagen de la maqueta realizada en Tinkercard.

Título del proyecto (autores)	Funciones utilizadas	La maqueta
Monumento a la Biblioteca Bernardino Rivadavia (Agustina, Paula y Camila).	 <ul style="list-style-type: none"> ● $f(x) = x^2$ ● $g(x) = x - 7$ ● $h(x) = x^2 - 3$ ● $p(x) = x^2 - 1.5$ ● $q(x) = -x + x$ ● $r(x) = x - 0.3$ ● $s(x) = -x^2 + 6$ ● $ec1 : x = 2.5$ ● $ec2 : x = -2.5$ ● $t(x) = -0.3 - x$ 	

<p>Fortaleza protectora Argentina</p> <p>(Celeste y Milagros)</p>	<p>No consignadas en el trabajo</p>	
<p>Cluquemtel Hotel quemado en Villa Ventana</p> <p>(Sofía, Gino, Bruno y Agustín)</p>		
<p>Monumento loros barranqueros</p> <p>(Albertina Agustín, Federico, Agustín y Santiago)</p>	 <p>Cada unidad en la función representa a 1 metro en la vida real</p>	
<p>Midget</p> <p>(Franco, Franco y Bruno)</p>	<p>Después de eso verificamos en geogebra que las funciones forman la figura del monumento a realizar</p> 	
<p>Genocidio de Los Pampas (Iara, Abril, Rocío, Brisa y Camila)</p>		

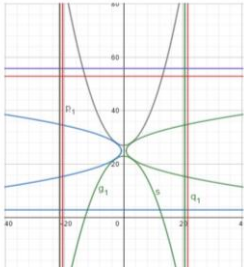
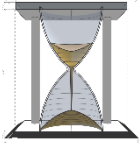
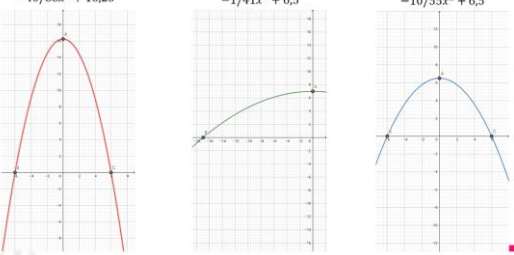

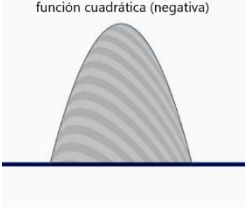
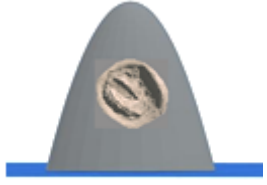
<p>Lo que el tiempo en cuarentena se llevó (Leandro, Ramiro y Juan Ignacio)</p>	$f(x) = (0.075865x^2 + 13.5) \times 2$ $g(x) = (-0.075865x^2 + 11.5) \times 2$ $h(x) = (0x + 1.44) \times 2$ $p(x) = (0x + 26.44) \times 2$ $q(x) = 10000(x + 21.63) \times 2$ $r(x) = 10000(x - 21.63) \times 2$ $q_1(x) = 10000(x - 20.63) \times 2$ $r_1(x) = 10000(x + 20.63) \times 2$ $s(x) = (1.0805\sqrt{x - 0.8} + 12.5) \times 2$ $f_1(x) = (-1.0805\sqrt{-x - 0.8} + 12.5)$ $g_1(x) = (-1.0805\sqrt{-x - 0.8} + 12.5) \times 2$ $t(x) = (1.0805\sqrt{-x - 0.8} + 12.5) \times 2$ $h_1(x) = (0x + 27.88) \times 2$ $p_1(x) = 10000(x + 21.63) \times 2$ 	
<p>Monumento en memoria al Zoológico del Parque Independencia (Antonela, Martina y Sofía)</p>		
<p>Monumento Huellas Fósiles de Pehuen Co (Gimena, Francesco, Pedro y Ezaquiel)</p>	<p>función cuadrática (negativa)</p> 	

Tabla 1. Proyectos presentados y maquetas diseñadas por cada grupo de estudiantes.

3. 2. 2. Las voces del estudiantado

Una vez finalizada y entregada la actividad, se propuso al grupo clase contestar, de manera individual, una encuesta de opinión la cual fue generada por el docente en un formulario de Google y distribuida en el Classroom de la clase.

La encuesta de opinión “Construyendo maquetas” fue gestada como cuestionario “ad hoc” con preguntas abiertas y cerradas, cuyas respuestas se muestran a continuación.

Cabe aclarar que respondieron la encuesta treinta estudiantes de los treinta y tres que realizaron los proyectos.

En el análisis de cada pregunta, los resultados obtenidos fueron analizados y expresados como porcentajes relativos del número total o parcial de encuestados.

Construyendo maquetas: las preguntas y sus resultados

1. ¿Qué les pareció trabajar la matemática desde la arquitectura?



Ante esta pregunta, 29 estudiantes (97%) respondieron con comentarios muy favorables tales como:

“Me pareció muy buena idea, ya que podemos aplicar la matemática a la realidad o en la vida cotidiana”. (Antonela).

“Me pareció muy bien para seguir fortaleciendo las ideas de la arquitectura relacionadas con la matemática”. (Leandro)

“Está bueno, es una idea distinta y, anteriormente, ningún profesor de Matemática nos había hecho aplicar la Arquitectura ni hacer maquetas”. (Milagros)

“Me gustó mucho, aunque nos costó bastante, pero lo volvería a hacer”. (Brisa)

“Me pareció muy interesante para empezar a pensar como si ya estuviéramos fuera de la escuela”. (Ramiro)

“Me pareció muy bueno, ya que la mayoría de los profesores dicen que la matemática es imprescindible para nuestra orientación pero nunca nos muestran por qué y en este trabajo lo pudimos comprobar por nosotros mismos”. (Sofía)

Sólo un estudiante se manifestó indiferente expresando: *“No me disgusto ni me gusto” (Franco)*

2. ¿Cómo encontraron la idea?

En todos los grupos y al interior de cada uno de ellos, fueron debatiendo y proponiendo ideas hasta elegir el que sería el tema del proyecto. En líneas generales y analizando las respuestas vertidas, se puede apreciar que, al igual que cuando un artista realiza una obra de arte, cada grupo buscó no solo abordar una temática que respondiera a la propuesta del profesor, sino que a su vez los atravesara:

“Fuimos debatiendo y tirando ideas sobre qué tema podíamos escoger, algo que nos relacionara a las tres de diferentes formas...”

“Encontramos la idea pensando en lo que está pasando (pandemia)...”

“Recordando momentos o lugares de la infancia que nos hayan marcado...”

3. ¿Te gustaría trabajar los temas matemáticos de esta forma (aplicados a lo cotidiano)? Si, No.

Esta forma de trabajo mostró un 90% de aceptación por parte del estudiantado, ya que de los 30 estudiantes que respondieron a esta pregunta, 27 se manifestaron de manera positiva (Si).

Si bien tres estudiantes respondieron “No” a la consulta, consideraron “muy buena”, “interesante” y “algo nuevo...” la propuesta.

4. Tuve dificultad con: buscar una historia, elegir con que funciones trabajar, realizar el croquis, diseñar en 3D, otro...

Como puede verse en la Figura 4, la mayor dificultad la tuvieron al diseñar en tres dimensiones

La Figura 4 representa las opiniones de veintisiete estudiantes de los cuales: dieciséis (59%) manifestaron tener dificultad con diseñar en 3D, ocho (30%) con elegir con qué funciones trabajar, dos (7%) en buscar una historia y uno (4%) en realizar el croquis.

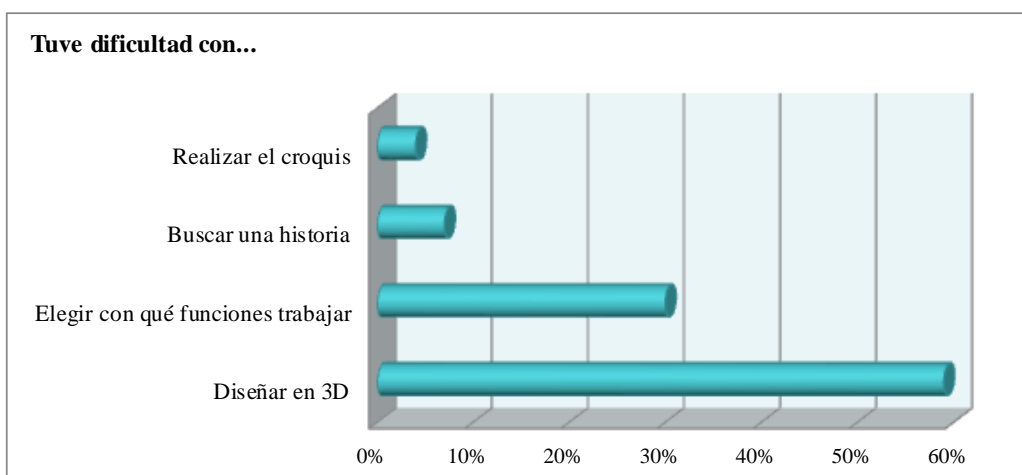


Figura 4. Gráfico representativo del resultado de las opiniones vertidas por veintisiete estudiantes respecto a la dificultad encontrada.

Por su parte, tres de los/as estudiantes eligieron la opción “otro” especificando que:

*Personalmente no tuve dificultad con nada, se me hizo un trabajo no tan pesado ya que es sobre algo que me gustaba.
En general tuvimos pequeños problemas con todos esos aspectos pero entre todas pudimos llegar a una solución.
(tuve dificultad con) Trabajar con las funciones que elegimos en el GeoGebra.*

5. ¿Cómo te resultó el trabajo grupal?

Como puede verse en la figura 4, las opiniones respecto al trabajo en equipos fueron muy buenas. Veinte estudiantes (67%) lo calificaron de excelente, siete (23%) como muy bueno y dos (7%) como bueno. Solo un estudiante se manifestó negativamente, calificando de regular el trabajo grupal.

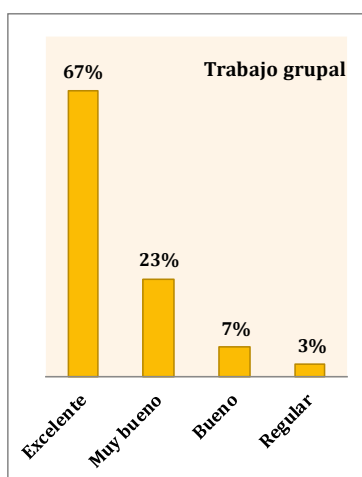


Figura 5. Gráfico representativo del resultado de las opiniones vertidas respecto al trabajo grupal.



3. 2. 3. La votación. ¿Qué maqueta imprimir?

Luego de haber intercambiado y analizado todos los trabajos presentados, se puso a consideración del grupo clase qué maqueta elegir para imprimir con la impresora 3D de la escuela. Para ello se distribuyó vía Classroom un formulario de Google en que cada estudiante debía seleccionar una maqueta explicando el porqué de su elección y con el condicionamiento de no votar su propio trabajo.

En la votación no se pudo incluir el proyecto Huellas de Pehuén Co por no haber sido entregado a tiempo.

Como se desprende de la figura 6, la maqueta más votada fue la del monumento a la Biblioteca Bernardino Rivadavia, en segundo lugar fue seleccionado el monumento a los loros barranqueros y en tercer lugar la maqueta del reloj de arena cuyo proyecto se titula: “lo que el tiempo en cuarentena se llevó”

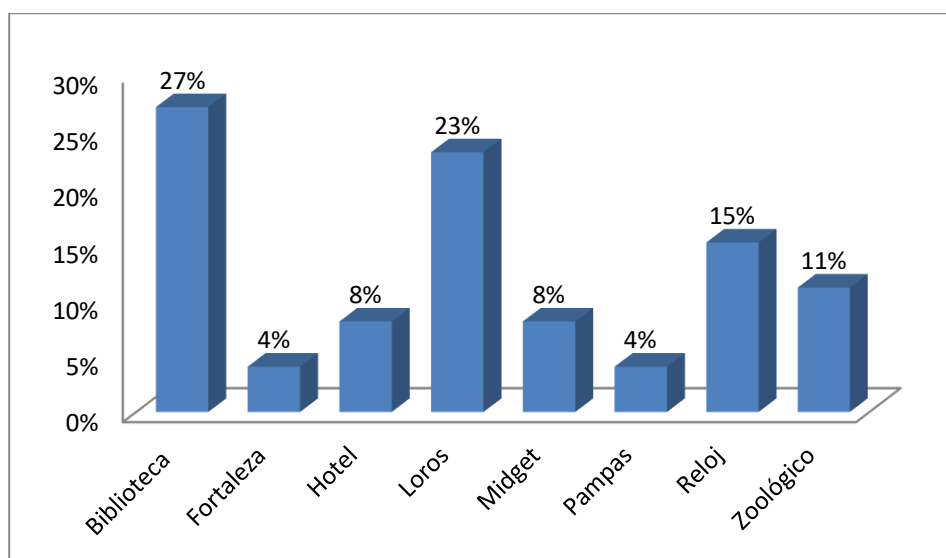


Figura 6. Gráfico representativo del resultado de la votación realizada por los estudiantes del curso para elegir la maqueta a imprimir.

Algunas de las opiniones vertidas respecto a la elección del proyecto Monumento a la Biblioteca Bernardino Rivadavia fueron:

Me gustó mucho el proyecto de la biblioteca, dada la complejidad del diseño y su original uso de las funciones, teniendo además una ubicación fácilmente notable en la ciudad, al mismo tiempo que no modifica demasiado el paisaje de la misma, representando perfectamente el mensaje que intenta transmitir sobre la importancia de la información y de la educación, sin llegar a ser soso. (Agustín G.)

Fue la idea que más me gustó ya que conmemora un patrimonio cultural y que no se encuentra tan visibilizado, como lo es la literatura. El monumento es perfecto, y aunque es muy difícil de hacer ya que han utilizado muchas funciones, mis compañeras lo han logrado perfectamente. (Agustín A.)

Elegí dicha maqueta porque creo que merece el lugar más que las demás maquetas. Ya que, como mencionaron en la presentación, creo que si puede cambiar vidas (o puntos de vista) para mejor. (Antonela)

Elegí la maqueta de la biblioteca Rivadavia ya que creo que es la que más representa a la ciudad, además de que el propósito de incentivar a la lectura me parece muy bueno para los niños e incluso los adultos que no leen. También el monumento me parece que está bien desarrollado y quedaría bien en la ciudad. (Ramiro)

4. Consideraciones finales

Tal como se desprende de las opiniones vertidas por las y los estudiantes que participaron de esta experiencia, la misma fue altamente satisfactoria. No sólo se lograron los objetivos de aprendizaje conceptuales del tema: *funciones matemáticas*, sino que además se pusieron en juego habilidades y destrezas imprescindibles para el futuro profesional del estudiantado.

Además de haber quedado evidenciado el hecho de que la modelización acerca al estudiante al binomio matemática-realidad y promueve su creatividad, se lograron ejercitar protocolos de trabajo que suelen estar ausentes en las clases de matemática tradicionales tales como: el aprendizaje activo, el trabajo en grupos colaborativos, la investigación, el manejo de fuentes bibliográficas, la contextualización, la toma de decisiones, el uso de tecnología y en especial de programas de modelado. Asimismo, la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico y la autonomía quedaron demostrados en la socialización de las maquetas diseñadas por cada grupo a través de la defensa oral de las mismas.

Es importante destacar que si bien todo el trabajo se hizo de manera remota debido a la pandemia de COVID-19, a través de instancias sincrónicas y asincrónicas, la respuesta del estudiantado fue muy positiva, por lo cual se considera que la implementación de esta estrategia fue muy exitosa y recomendable.

Agradecimientos

Proyecto de grupo de investigación: 24/Q113 (Universidad Nacional del Sur, Argentina)

Bibliografía

- Artigue, M. y Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 797-810.
- Bejarano Arias, M. E. y Ortiz Buitrago, J. (2017). *Modelización Matemática y GeoGebra en el estudio de Funciones. Una experiencia con estudiantes de ingeniería*. *Revista Ciencias de la Educación*, 27(50), 348-379.
- Calcerrada Zamora, F. (2013) *Las Matemáticas y la Arquitectura*. Casa de Estudios. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Domènech Casal, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 154-168. doi: <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2.2646>.
- Fernández-Blanco, T., González-Roel, V. y Álvarez Ares, A. (2020). Estudio exploratorio de las STEAM desde las matemáticas. *Saber y Educar*, 0(28). doi: <http://dx.doi.org/10.17346/se.vol0.375>



- Fritz, M. S., González Mues, P., Imbach, M. G., Kernot, S., Laspina, C., Speratti, H., & Vuitot, M. V. (2014). Una propuesta didáctica que integra conceptos matemáticos en situaciones contextualizadas. En: *V Jornadas de Educación Matemática y II Jornadas de Investigación en Educación Matemática* 26 y 27 de junio de 2014. Departamento de Matemática FHUC-UNL
- Gómez Urgellés, J. (2008). La ingeniería como escenario y los modelos matemáticos como actores. *Modelling in Science Education and Learning*, 1(1), 3-9.
- Magistrali, D. (2019). Matemáticas y Arte: una pincelada. *Pensamiento Matemático*, 9(1), 95-112.
- Mendible, A., Ortiz, J. (2007). Modelización Matemática en la Formación de Ingenieros. La Importancia del Contexto. *Revista Enseñanza de la Matemática*. Volúmenes 12 al 16, Número Extraordinario. 133-150.
- Oliveros-Ruiz, A., Vargas-Osuna, L., Cabrera-Cordoba, E. y Garcia-Angel, V. (2018) Experiencia de una feria de Ciencia y su impacto en la enseñanza de estudiantes de Ingeniería. *Revista de Sistemas y Gestión Educativa*, 5(16),1-5.
- Plaza Galvez, L. (2017). Modelación matemática en ingeniería. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 7(13), 47-57. Recuperado el 02 de marzo de 2021, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ierediech/v7n13/2448-8550-ierediech-7-13-00047.pdf>
- Rodríguez Gallegos, R. y Quiroz Rivera, S. (2016). El papel de la tecnología en el proceso de modelación matemática para la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 19(1), 99-124. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33544735005>
- Vallejo López, F. (2011). Las matemáticas en el arte: su didáctica. *Revista digital Ciencia y Didáctica*, 5, 73-83.
- Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y. y Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios De Humanidades Y Ciencias Sociales*, (41). Recuperado a partir de <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>

Webgrafía

- Arco Gateway. (2020, 13 de septiembre). Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 20:54, nov 4, 2020 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Arco_Gateway&oldid=129243196
- Caballin, C. (2018). *Diseño Curricular Maestro Mayor de Obras. Anexo*. Dirección de Educación Técnica (Docente). Dirección General de Cultura y Educación. Disponible en: http://abc.gov.ar/formacion-continua/sites/default/files/maestro_mayor_de_obras_-_educacion_tecnica.pdf

Sandra Analía Hernández. Profesora adjunta del Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina. Doctora en Química, Ingeniera Química, Licenciada en Química y Profesora en Química, títulos otorgados por la UNS. Integrante del Instituto de Química del Sur (INQUISUR-CONICET-UNS). Docente e Investigadora responsable del Gabinete de Didáctica de la Química del Departamento de Química de la UNS. Directora de Proyectos de investigación acreditados en enseñanza de la Química en contexto y en interdisciplina con enfoques educativos Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS) y Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática (CTIAM). Directora de Proyectos de Extensión. Ha sido jurado de Tesis y ha publicado libros y numerosos artículos y presentado ponencias y cursos en eventos nacionales e internacionales.

Email: sandra.hernandez@uns.edu.ar

Walter Raúl Rogelio Acosta. Técnico Químico. Estudiante avanzado de las carreras de Profesorado en Química de la Enseñanza Media y Profesorado en Química de la Universidad Nacional del Sur. Se desempeña como docente de Educación Secundaria y Educación Técnica Profesional en asignaturas tales como Química, Física, Físicoquímica y Matemática. Asimismo, desarrolla tareas de investigación en el Gabinete de Didáctica de la Química del Departamento de Química de la UNS. Ha participado junto a sus estudiantes en concursos científicos, Olimpíadas Argentinas de Química y Ferias de Ciencias obteniendo varios premios y nominaciones.

Email: walter.acosta.williche@gmail.com

Beatriz Susana Marrón. Profesora adjunta del Departamento de Matemática de la Universidad Nacional del Sur, Argentina. Nacida en Bahía Blanca, en febrero de 1966. Doctora en Matemática por la Nacional del Sur. Actualmente desarrolla su trabajo de docencia e investigación en el área de Probabilidad y Estadística. Ha sido jurado de Tesis, publicado diversos artículos y presentado ponencias y cursos en eventos nacionales e internacionales.

Email: beatriz.marron@uns.edu.ar

