REVISTA **RED** pensar

Una experiencia de innovación educativa
para la mediación y el aprendizaje de las Matemáticas en la
Educación Superior

*An innovative educational experience for the teaching and learning
of Mathematics in Higher Education*

Laura Gómez Bermeo, Lady Andrea Ibáñez Castelblanco, Bibiana Patiño Avendaño

Revista REDpensar, volumen 8, número 2, Julio-Diciembre 2019
ISSNe: 2215-5384

Lanzando la RED 2

Recibido: 03 de junio de 2019

Aceptado: 14 de octubre de 2019

DOI: 10.31906/redpensar.v8.i2.192

Universidad De La Salle Costa Rica
Departamento de Investigaciones

redpensar@ulasalle.ac.cr | www.redpensar.ulasalle.ac.cr

Una experiencia de innovación educativa para la mediación y el aprendizaje de las Matemáticas en la Educación Superior

An innovative educational experience for the teaching and learning of Mathematics in Higher Education

Laura Gómez Bermeo ¹

Lady Andrea Ibáñez Castelblanco ²

Bibiana Patiño Avendaño ³

Resumen

El propósito de este artículo es dar a conocer como una propuesta de innovación educativa para los cursos tradicionales de las matemáticas en ecuaciones diferenciales en la Universidad Sergio Arboleda en el 2012, permitió transformar las enseñanzas de las matemáticas por medio del uso de herramientas tecnológicas, prácticas aplicadas, procesos de matematización y la inclusión de elementos como el aprendizaje activo, dinámico y significativo en la apropiación de los contenidos propios de las ecuaciones diferenciales. Los resultados y experiencias que se han obtenido de dicha propuesta, se comparten en el presente artículo y su impacto a nivel metodológico y actitudinal por medio de un estudio cualitativo realizado a los estudiantes participantes en esta experiencia. Una de las principales conclusiones de dicha propuesta que se logró evidenciar es la necesidad de formar de ciudadanos poseedores de habilidades, herramientas y conocimientos que les permitan interactuar con el entorno de una manera vincular, creativa y activa, para comprender y participar de los cambios y transformaciones que se presentan a nivel global.

Palabras Clave: INNOVACIÓN EDUCATIVA, EDUCACIÓN SUPERIOR, USO DE TECNOLOGÍA, ECUACIONES DIFERENCIALES, MATEMÁTICAS UNIVERSITARIAS.

Abstract

The purpose of this article is to present how a proposal of educational innovation for traditional courses of mathematics in differential equations at the Sergio Arboleda University in 2012, allowed to transform the teachings of mathematics in a traditional way, through the use of technological tools, applied practices, mathematization processes and the inclusion of elements such as active, dynamic and meaningful learning in the appropriation of the content of differential equations. The results and experiences that have been obtained from this proposal are shared in this article, and their impact at the methodological and attitudinal level through a qualitative study carried out on the students participating in this experience. One of the main conclusions of this proposal that was demonstrated is the need and importance of training citizens with skills, tools and knowledge that allow them to interact with the environment in a bonding, creative and active way, to understand and participate in the changes and transformations that occur globally.

1. Colombia. Magister en Educación, Gestión y Liderazgo. Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: laura.gomez@usa.edu.co
2. Colombia. Magister en Docencia e Investigación Universitaria. Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: laic6@hotmail.com
3. Colombia. Magister en Docencia e Investigación Universitaria. Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia Correo electrónico: lbibiana.pa@gmail.com

Keywords: EDUCATIONAL INNOVATION, HIGHER EDUCATION, USE OF TECHNOLOGY, DIFFERENTIAL EQUATIONS, UNIVERSITY MATHEMATICS

Introducción

En la actualidad existe un consenso sobre la importancia y pertinencia de las matemáticas en los diferentes niveles educativos, ya que son consideradas parte fundamental del aprendizaje de conocimientos y el desarrollo de habilidades, necesarias para el estudio de las relaciones y propiedades, que pueden existir entre diferentes entidades de la realidad. Particularmente, en la Educación Superior las matemáticas forman parte de los diferentes planes de estudio de las ingenierías, economía, finanzas y ciencias contables. No obstante, su alcance llega a las ciencias naturales, sociales y en los últimos años a las ciencias de la comunicación y de la información.

Sin embargo, pese a la variedad de relaciones de las matemáticas con otras disciplinas, las personas aprendientes difícilmente perciben los vínculos entre matemáticas, su formación profesional y la vida cotidiana. Por consiguiente, surge la necesidad de hacer un cambio de paradigma respecto a la enseñanza de esta ciencia, sus metodologías tradicionales y los objetivos de aprendizaje, además se pretende incorporar las herramientas tecnológicas como un elemento integrador del saber y el contexto actual para la generación de un aprendizaje integral y significativo.

Esta investigación muestra inicialmente una contextualización de la situación actual de la enseñanza de las matemáticas en la educación superior, algunas problemáticas y procesos formativos en el área. Luego de esta revisión teórica, se comparte la experiencia de innovación educativa en la modificación de la metodología de los cursos de ecuaciones diferenciales ordinarias y la evaluación de impacto de esta a nivel cualitativo.

Referente Teórico

Partiendo del contexto de las matemáticas en la educación superior y el papel de la educación matemática en este nivel formativo, se muestran algunos elementos sobre el aprendizaje de esta área del conocimiento a nivel universitario, sus problemáticas y algunos procesos propuestos para su mejoramiento.

Contexto las matemáticas en la educación superior.

Las instituciones de educación superior son responsables de formar en sus estudiantes competencias y habilidades apropiadas para contribuir en el desarrollo humano, comunitario y social. En la actualidad presenciamos como el uso del internet, las tecnologías de la información y comunicación (TIC's), la nanotecnología, entre otras, han transformado la manera como nos comunicamos y nos relacionamos con los demás. Es así, que los requerimientos para los profesionales actuales y futuros, deben estar acordes a las nuevas dinámicas y complejidades del contexto mundial. Como indica de Guzmán (2007) la complejidad de la matemática y su educación requiere que se permanezca atento y dispuesto a los cambios profundos que la situación global exige.

Estos cambios demandan, que la educación que se promueve en las universidades brinde las competencias necesarias para abordarlos. Como muestra de Guzmán (2007), las universidades tienen el deber de formar un pensamiento de alto nivel, brindando cualidades para favorecer el aprendizaje autónomo. En el caso específico de las competencias matemáticas, integrar lo científico y matemático con la cultura de la sociedad es una de las tareas de las instituciones de educación superior, en donde se incorpora la visión científica del mundo con el contexto real.

En la educación superior, diferentes programas incluyen cursos de matemáticas en sus planes de estudios, sin embargo, como señala Gómez (2010), no existe un acuerdo global sobre cómo enseñar

la matemática y cuáles deben ser los contenidos que debe incluir el currículo. Existen ciertos acuerdos a nivel regional acerca de la enseñanza de algunos temas específicos. Diferentes autores como Santiuste (2011), Navarro (2004), Peñalva (2010), Domínguez (2010), Camareno (2009), Díaz y Sotolo (2009), Infante, Quintero, y Logreira (2010), Castillo (2008), Cuicas, Debel, Casadei y Álvarez (2007), han investigado sobre estrategias de enseñanza y aprendizaje, uso de la tecnología, la modelación matemática, metodologías y en general sobre lo que se debe enseñar y cómo hacerlo.

En términos generales muchos programas académicos incluyen la enseñanza de los fundamentos matemáticos o el precálculo como unas de las asignaturas de los primeros semestres. En estas asignaturas parte del tiempo que se dedica a la enseñanza está marcada en su mayoría al manejo de rutinas algorítmicas y de operaciones. Guzmán (2007) indica que son destrezas interesantes pero que no dejan de ser superfluas, ya que las calculadoras en muchos casos también las resuelven eficazmente. De hecho, el uso de la calculadora debería ser un instrumento válido en la educación superior, por ejemplo: las soluciones a una ecuación de grado superior pueden obtenerse a partir de esta u otra herramienta computacional de manera rápida y efectiva. Como señala de Guzmán (2007) la enseñanza de las asignaturas que se imparten en las universidades, han de enfocarse en la interpretación y argumentación de los datos obtenidos, la experimentación en situaciones de la realidad y la aplicación a los diferentes campos de formación.

La Matemática en la Educación Superior.

Es claro que las matemáticas en el ámbito de la educación superior son pieza fundamental para el desarrollo de habilidades y actitudes que serán útiles en el desempeño profesional. Para Rodríguez (2011) las matemáticas brindan: herramientas de cálculo, contribuyen en la modelación y resolución de problemas, son un lenguaje universal que contribuye al conocimiento y al desarrollo del perfil profesional, permitiendo alcanzar el desarrollo del pensamiento lógico, la capacidad de razonar y de enfrentarse a situaciones nuevas.

Sin embargo, a pesar de estos argumentos que justifican su presencia en los planes de estudios de las ingenierías, la economía y las ciencias sociales, existen cuestionamientos por parte de los profesionales acerca de la aplicación y relación de lo aprendido en los cursos de matemáticas de la universidad con su profesión. Por este motivo, es necesario que el estudiantado reconozca la relación matemática-cotidianidad. Según Rodríguez (2011) reconocer dicha relación conducirá, a que la persona aprendiente abandone su predisposición inicial, reconozca su verdadero valor y utilidad y encuentre en ella una herramienta para la solución de problemas generales y de su cotidianidad.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que se debe considerar la población a la que van dirigidos los cursos de matemáticas en las universidades, la mayoría se imparten en los primeros semestres y generalmente están conformados por jóvenes. Para Corredor (2014) estos jóvenes forman parte de una cultura de enseñanza y aprendizaje diferente a como fueron educados la mayoría de sus profesores; pertenecen a una diversidad social con un amplio dominio digital, su percepción de la realidad tiene un enfoque mediático, con una baja cultura del texto escrito, de la disciplina y poco poder de concentración.

Aprendizaje de las matemáticas en la Educación Superior.

Por lo anterior, encontramos cómo las características de la población universitaria que ingresa a los cursos de matemáticas, influyen en su aprendizaje y actitud. Es necesario contar con nuevas y mejores metodologías que se adapten al contexto y la forma de aprendizaje de los estudiantes del siglo XXI. Cantoral (2002) menciona que el currículo y las metodologías de enseñanza se han inspirado en estructuras formales y en métodos centrados en la memoria y la algoritmia, estos elementos no permiten poner en práctica los aprendizajes matemáticos en espacios distintos académicos tradicionales. Por su parte, Rosales (2018) hace un llamado al uso de nuevas herramientas para mediar los procesos educativos de hoy, donde se fortalezca la educación con estrategias de educación matemática alternativas, que fomenten el desarrollo de habilidades en los educandos

para que sean capaces de ponerlas en práctica en contextos reales.

Esta realidad pone en manifiesto la necesidad de un enfoque orientado hacia el desarrollo de competencias, con una visión más integradora del mundo partiendo de la realidad que ofrecen los contextos social y natural, en el que se desarrolla la persona aprendiente. Con base en esta idea, García (2014) sugiere para la formación de profesionales a nivel universitario una visión holística, apoyada en distintas metodologías alternativas que propicien la creatividad, el ingenio, la creación; sobre todo implica no aferrarse dogmáticamente a determinados recursos y métodos tradicionales, que no se ajustan a las realidades y características de nuestros estudiantes.

Problemáticas del aprendizaje de las matemáticas en la Educación Superior

Descontextualización de lo que se aprende.

En las matemáticas escolares y universitarias usualmente se hace uso de la resolución de problemas como una aplicación de los contenidos aprendidos. Sin embargo, muchos de estos están planteados bajo realidades moldeadas para que puedan ser resueltas por métodos algorítmicos tradicionales. Estos mismos problemas bajo contextos reales pocas veces se ajustan a valores exactos o a métodos algebraicos de solución. Un ejemplo de esta situación, lo constituye la búsqueda de soluciones de ecuaciones polinómicas de grado mayor que cuatro, que en situaciones relacionadas con aerodinámica o la resolución de ecuaciones diferenciales, se reporta que un bajo porcentaje se pueden resolver por métodos exactos, Ruíz (2008).

Otra situación frecuente se da para determinados problemas, donde a pesar de existir la solución por medio de algún método algorítmico, el proceso resulta ser engorroso y extenuante. Esto hace reflexionar sobre el objetivo de los planes de estudio dedicados a contenido y a métodos de resolución exacta. Ruíz (2008) cuestiona si en el mundo real existe tal exactitud.

Por esto es importante mostrar al estudiante la inexactitud del mundo y la necesidad de métodos aproximados y alternativos que conduzcan a las soluciones que admitan el error como oportunidades de aprendizaje.

La fragmentación del saber.

La modernidad en el plano educativo, hizo que el objetivo de las universidades se centrara en la industrialización y la fragmentación del conocimiento, para poder estudiarlo. Esta separación llevó como afirma Zubiría (2017), a una estructura fragmentada y disciplinaria, donde las universidades han priorizado el saber por encima del trabajo riguroso y sistémico del pensar; enseñando más teorías científicas, que a desarrollar el pensamiento científico.

Respecto a la matemática, evidenciamos como esa fragmentación ha conducido a situaciones en donde las personas generalmente no relacionan lo aprendido acerca de algún concepto matemático con otras disciplinas o situaciones. Tal como indica Capra (1996) este reduccionismo ha conducido a un aislamiento extremo de las matemáticas, dificultando que se desarrollen habilidades propias del pensamiento matemático, necesarias para comprender y modelar problemas relacionados con otras disciplinas.

Desconocimiento de lo emocional como parte fundamental del aprendizaje.

Por otra parte, los factores afectivos juegan un papel fundamental en la mediación y el aprendizaje de la matemática. De esta manera, las emociones no se pueden dejar de lado en el aprendizaje de las matemáticas a nivel universitario. Urbina y Ávila (2013) explican que en la educación superior se tiende a no considerar las emociones, ignorando que un aprendizaje centrado en la persona es fundamental en la construcción de los procesos cognitivos.

Assmann (2002) por su parte, hace énfasis que el aprendizaje no se da como un ejercicio rígido de acumulación de un saber, sino que, por el contrario, se da como una constante interacción entre razón y emoción. Si la construcción del conocimiento se convierte en una experiencia placentera, será un aprendizaje que perdure y de paso a una nueva conciencia, que permita desaprender lo negativo, por ejemplo: las creencias y malas disposiciones hacia el aprendizaje de las matemáticas.

Matematización

El proceso de matematización surge como una necesidad de incorporar los diferentes elementos matemáticos de un problema en un determinado contexto y respectivo lenguaje. Este proceso, como lo clasifica Rico (2006) tiene tres fases; la primera de estas es **la matematización horizontal** que implica traducir los problemas desde el mundo real al matemático. Una vez traducido el problema a una expresión matemática, se da paso a la segunda fase **la matematización vertical** que involucra se apliquen los conceptos, destrezas y elementos matemáticos para solucionar el problema. Finalmente, la tercera fase consiste en interpretar los resultados de manera crítica en el contexto dado, esta fase es llamada **fase de reflexión**.⁴

Dentro de este proceso, se involucran diferentes elementos importantes para el aprendizaje, algunos de estos son: involucrar al estudiante en un contexto sociocultural, conectar las temáticas del área con su entorno, propiciar actividades reflexivas y de análisis, entre otras. Además, este proceso permite hacer uso de la tecnología como recurso para la solución del problema. Según Morales y Salas (2010) esto a su vez permite que los aprendientes desarrollen la habilidad de interpretar gráficas y tratar de establecer conjeturas a partir de la visualización. Esto junto a la interpretación de los resultados numéricos permite que el estudiante no solo logre llegar de manera satisfactoria al resultado del problema, sino que también lo entienda, interprete y extrapole a otros nuevos.

Uso de la tecnología para mediar el aprendizaje de las matemáticas.

Es importante reflexionar sobre el uso de la tecnología como una herramienta mediadora en la construcción de aprendizajes. Santos (2011) expresa que el proceso de enseñar implica investigar las formas de razonamiento que se producen durante la comprensión de los conceptos matemáticos y la resolución de problemas. De manera que apoyados en los diferentes y adecuados recursos tecnológicos se acerque al estudiantado a una asimilación más clara de los conceptos, sobre todo de aquellos más abstractos.

Un sistema computacional es una herramienta importante para dar un enfoque de exploración que permita la participación de los y las estudiantes (Cruz y Puentes, 2012). Cuicas, Debel, Casadie y Álvarez (2007) indican que el sistema educativo debe estar a la vanguardia en torno a la tecnología, información y comunicaciones.

4. Énfasis en negrita de las autoras.

Experiencia de reforma a los cursos de Ecuaciones Diferenciales en la Universidad Sergio Arboleda de Bogotá, Colombia

Como se mencionó anteriormente, el centro de este artículo es compartir la propuesta que se ha desarrollado en el Departamento de Matemáticas de la Universidad Sergio Arboleda desde el año 2012. Esta iniciativa planteó la necesidad de revisar la malla curricular del curso “Ecuaciones Diferenciales Ordinarias”, ofrecida a distintos programas de ingeniería en la universidad, con la finalidad de hacer una modificación y una propuesta de innovación.

De esta forma, se propuso una nueva alternativa para trabajar las ecuaciones diferenciales, ya no como objeto de estudio, sino, como un recurso en la solución de problemas matemáticos que requieren su implementación. Esto implicó el diseño de nuevas situaciones y actividades apropiadas para el planteamiento y desarrollo de modelos matemáticos.

Contexto enseñanza ecuaciones diferenciales en la educación superior.

Históricamente, esta materia se ha desarrollado en tres ambientes: el algebraico, el numérico y el geométrico. Como lo menciona Ñapoles (2003) muchos de los métodos que se aplican para la solución de estas ecuaciones son netamente algebraicos y aunque tengan más de 200 años desde que se utilizaron por primera vez, aún se estudian a la hora de impartir este curso. Las ecuaciones diferenciales ordinarias han sido consideradas como una de las asignaturas de mayor importancia en la formación de ingenieros. Perdomo (2011) señala que la importancia de las ecuaciones diferenciales radica en que permiten describir fenómenos de variación y por tanto resultan de utilidad para modelizar, analizar y resolver numerosos problemas que surgen en diferentes contextos.

Descripción de la experiencia.

Este contexto histórico, hizo que para este proyecto surgieran preguntas como, ¿se está enseñando igual que hace 200 años?, ¿quizá se trabajan los mismos textos de donde aprendieron los profesores que les enseñaron a los profesores de nuestros profesores?, o, ¿tal vez hacer 20, 30 o 50 ejercicios cuyo algoritmo es el mismo, aporta poco al campo disciplinar de los estudiantes?

Todas estas interrogantes fueron la principal motivación para iniciar la reestructuración del curso al igual que la metodología con que se desarrollaba. Lo que se conocía como “Ecuaciones Diferenciales Ordinarias” pasó a tomar el nombre de “Modelación Matemática para la Ingeniería”. Con esto, se buscó que los y las estudiantes no crearan modelos, sino que por el contrario, el curso les permitiera conocer, manejar e interiorizar modelos existentes y la utilidad de dichas ecuaciones. Además, el diseño del curso tiene como elemento innovador el ofrecer un ambiente interdisciplinar que permite conocer y apropiarse de la importancia y aplicación de las ecuaciones diferenciales en cada uno de sus campos de estudio y áreas profesionales.

Hasta el año 2012 el curso de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias que se dictaba en la Escuela de Ingeniería seguía contenidos de diferentes textos. Aunque los textos son considerados de gran importancia para la materia, en el curso solo se resolvían ecuaciones diferenciales de primer, segundo, tercer y hasta sexto grado. Así, sólo se limitaban a hacer una lista de ejercicios para luego remitirse a verificar si la respuesta era acertada o no. En ese momento los y las aprendientes asemejaban este curso al álgebra escolar. Además, se aplicaban varios métodos de resolución de ecuaciones, cuando sólo la mitad de estos eran útiles a los diferentes modelos.

Esta propuesta tuvo en cuenta para su creación el desarrollo de procesos de matematización, tal como lo clasifica Rico (2006) y desde entonces se inicia cada clase con una situación problema para hacerle ver a los estudiantes que la ecuación diferencial es la herramienta que puede ser usada para encontrar la solución a éste y que para responder a esta situación problema no necesariamente hay que hacer un proceso algebraico, que puede ser numérico o geométrico.

Además, geogebra fue elegida la herramienta complementaria del proceso enseñanza- aprendizaje dado que es un software libre, compatible con cualquier sistema operativo y puede compartirse con cualquier persona, además que es didáctico, fácil de usar y con la ventaja que cada actualización del programa se incorporan nuevas funcionalidades matemáticas.

A continuación, se mostrará un paralelo de lo que se veía en el curso de ecuaciones diferenciales y lo que se ve actualmente en modelación matemática.

Antes de que se realizara la modificación del curso, se solucionaban ejercicios de este tipo:

“Resolver la ecuación diferencial autónoma $\frac{dP}{dt} = P(2-P)$, $P(0)=1$ por el método que crea conveniente. ¿Cuánto es el límite de la solución cuando t tiende a infinito?”

El objetivo principal consistía en identificar que la ecuación diferencial es separable, realizar una integral por fracciones parciales, despejar y concluir que la solución es $P = \frac{-6}{e^{-2t}-3}$.

Luego de la reforma que se realizó a los cursos, este mismo enunciado⁵ se presenta de la siguiente manera:

Si denotamos por P (en miles) la población en el instante t (en años) de cierta especie; el modelo logístico, que ayuda a predecir el crecimiento de la población, establece que la variación de esta población con respecto al tiempo es proporcional a la diferencia entre el doble de la población menos el cuadrado de esta (suponga que cada año la especie se incrementa el 100%). Si la población inicial es 3000 ¿Qué se puede decir acerca de la población límite? ¿Puede una población de 1000 declinar hasta 500?

La solución de problema se da mediante los tres pasos de matematización:

a. Matematización horizontal (del mundo real al mundo matemático):

Identificación de variables, parámetros, condiciones iniciales y planteamiento de la ecuación diferencial:

- Variable dependiente $\rightarrow P$: población de cierta especie (en miles)
- Variable independiente $\rightarrow t$: tiempo
- Parámetro $\rightarrow$ Constante de proporcionalidad: $k=1$
- Condiciones iniciales: $P(0)=3$

$$ED: \frac{dP}{dt} = k(2P - P^2) \rightarrow \frac{dP}{dt} = 2P - P^2$$

b. Matematización vertical (procedimiento matemático):

Para la solución, basta con introducir los datos del paso anterior en el *software* GeoGebra, y se logra obtener lo que se observa en la figura 1, como el comportamiento de la ecuación diferencial, la solución y la gráfica. En este punto, es importante mencionar que, aunque el *software* brinda la solución, los y las aprendientes conocen y manejan el procedimiento que se sigue manualmente para encontrar la solución.

5. Cursiva propia de las autoras.

FIGURA 1.
Campo direccional y solución de la ED.

Fuente: elaboración propia, 2019.

c. Fase de Reflexión

Para responder las preguntas planteadas, se puede decir que la población inicial de 3000 decrece a medida que pasa el tiempo hasta que se estabiliza en 2000. Por un lado, se concluye, que esta es la población límite. Por otro lado, una población de 1000 no puede declinar hasta 500, pues su comportamiento se mantendrá creciente hasta que hasta alcanzar su límite (2000).

Metodología

La investigación contó con un enfoque metodológico cualitativo, que permitió evaluar la percepción de la población estudiantil en cuanto a la metodología de la clase y los elementos que la conformaban. Como métodos de investigación se realizaron algunas entrevistas semiestructuradas y cuestionarios, para el diligenciamiento de los y las estudiantes del curso.

El cuestionario de preguntas abiertas fue compartido al grupo de estudiantes con el fin de conocer su opinión, percepción y actitud en cuanto al curso. Esto dado que el usar este tipo de instrumentos y al no ser una entrevista presencial, puedan expresarse libremente, de manera confidencial y libres de sesgos (Sudman y Bradburn, 1982). Además, este tipo de cuestionarios son más convenientes para las personas participantes ya que pueden realizarlo a un ritmo tranquilo y sin presiones, de manera totalmente individual (Bryman, 2012, p. 232).

Sin embargo, es importante considerar que este tipo de cuestionarios tienen tasas de respuestas generalmente bajas, por lo que esta investigación también tomó trabajo con otro método con el fin de obtener más información y extender los resultados. Para esto se diseñó y realizó una entrevista semiestructurada dirigida a tres estudiantes del curso luego de finalizar las clases. Este tipo de entrevistas

permitieron obtener respuestas específicas de la investigación de manera certera y profunda (Bryman, 2012, p. 472).

Las hipótesis para esta investigación incluyen, en primer lugar, la innovación como factor determinante en la precepción del estudiante hacia la calidad y relevancia del curso para su formación. En segundo lugar, se lograron identificar cuales elementos de innovación educativa y de aplicación, contexto y uso de tecnología permiten el desarrollo positivo del aprendizaje y la actitud hacia las matemáticas dentro de la educación superior. En tercer lugar, se reconoce que el uso de nuevas metodologías de enseñanza (fuera de las tradicionales) provocan una mejor actitud de los estudiantes hacia el estudio de las matemáticas a nivel universitario.

Diseño de Investigación.

Para esta investigación se trabajó desde el estudio de caso, como diseño de investigación, dada la flexibilidad que ofrece para el estudio de las hipótesis propuestas y las futuras preguntas que puedan plantearse alrededor del tema (Yazan, 2015, p. 139). Además, este tipo de diseño de investigación permite que la perspectiva y en general la misma investigación, tengan una visión más amplia, general, imparcial y diversa (Yazan, 2015, p. 139).

Asimismo, el estudio caso permite que se tenga mejor información y evaluación sobre proceso empíricos, al mismo tiempo que permite una mejor delimitación y flexibilidad dentro del proceso (Yazan, 2015, págs.134-139) (Bryman 2012, p. 68).

Recolección de datos.

Partiendo de la idea de Mason (2002) donde las personas son la mayor fuente de información, dado que sus pensamientos, sentimientos, opiniones, saberes y experiencias constituyen una gran parte del desarrollo de la investigación. Esta investigación se apoya principalmente en la recolección de los datos de las opiniones y percepciones de las personas entrevistadas.

Las entrevistas semiestructuradas fueron realizadas a 3 estudiantes y el cuestionario fue contestado por un total de 23 estudiantes. Las entrevistas fueron grabadas con autorización y consentimiento informado de los participantes. Las preguntas de esas entrevistas fueron realizadas en base la revisión bibliográfica y las hipótesis planteadas en la investigación, abordando los siguientes temas principales:

- Experiencia de aprendizaje
- Elementos principales de la metodología de enseñanza-aprendizaje
- Percepción y actitud hacia el uso de las matemáticas dentro del proceso formativo en la educación superior.

Las preguntas tanto de las entrevistas como del cuestionario fueron de tipo abierto, con el fin de permitir al grupo participe expresar de manera libre sus pensamientos y percepciones (Bryman 2012, p. 247).

Análisis de los datos.

El proceso de análisis en la investigación inicia con la lectura y la revisión de las bases teóricas con el fin de construir las preguntas de las entrevistas y el cuestionario aplicado. Luego de esto y después de realizar las entrevistas, aplicar los cuestionarios y recoger la información, se inicia con la transcripción de las entrevistas y revisión de las respuestas de los cuestionarios anónimos.

Con esta información se realizó un proceso de codificación de la información que se obtuvo de ambos métodos. La codificación fue la técnica seleccionada, dado que involucra la revisión de transcripciones, notas y enfoques teóricos de la investigación (Bryman 2012, p. 247). Luego de esto, las diferentes similitudes, diferencias y patrones fueron codificados como resultados principales y luego agrupados en categorías principal (Saldaña, 2006 p. 6, 16) (Bryman 2012, p.569).

Resultados.

Una vez finalizado el proceso de diseño y recolección de datos y a partir de la metodología anteriormente planteada, se realizó el análisis de datos a través de un proceso de codificación y categorización, con el fin de encontrar y exponer los elementos destacados de la experiencia desde las diferentes perspectivas y aspectos que incorporaba la propuesta.

Los resultados del proceso de codificación permitieron establecer las siguientes categorías: aprendizaje activo, dinámico y significativo; contextualización y aplicación de conceptos matemáticos; acompañamiento docente; uso de la tecnología; y cambio de actitud. Dentro de las descripciones de las categorías se exponen también los factores principales de la experiencia y las voces de quienes hacen parte de esta.

A continuación, se presentan las diferentes categorías expandidas y ejemplificadas que componen los resultados de esta experiencia a nivel académico y actitudinal.

a. Aprendizaje activo, dinámico y significativo

Dentro de los elementos nombrados en los cuestionarios y las entrevistas, se resaltan factores de la metodología como la claridad de las explicaciones, la utilidad de las prácticas y la didáctica de las clases. Para los y las aprendientes esta clase se destacó por mantenerlos activos y en un ambiente de confianza.

“Las clases no eran monótonas, eran didácticas. Es una clase bastante dinámica”. Estudiante 2

Esto a su vez hizo que los y las estudiantes vieran la clase como un curso integral, con sentido y dejando un aprendizaje significativo.

“Me pareció bastante interesante como se combinaba todo y tenía un sentido. No solo es venir a hacerlo sino verlo”. Estudiante 1

b. Contextualización y aplicación de conceptos matemáticos

Siguiendo con los elementos destacados de la metodología, en los cuestionarios escritos y las entrevistas se evidenciaron elementos como la contextualización y aplicación de los conceptos matemáticos como factores determinantes en la percepción positiva de la forma de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. Sobre el contexto en particular los estudiantes resaltan cómo este permitió un cambio de percepción hacia el uso y aplicación de los conceptos matemáticos en su formación profesional y contexto diario.

“La contextualización vista en esta materia, me ayudó a tener una nueva visión diferente de la matemática. Ya que la modelación matemática me sirve de apoyo para desarrollar más mi pensamiento de diferentes problemas acerca de la ingeniería y como podría modelarlos, con ayuda de conocimientos referentes a: análisis de gráficos, esquemático y matemáticos.”

c. Acompañamiento docente

El acompañamiento de la docente fue uno de los elementos determinantes para el desarrollo del curso, según los y las estudiantes. El apoyo y la facilitación de la docente en el proceso fue propuesto como uno de los elementos que mejoraban el aprendizaje. Esto a su vez provocó un ambiente positivo para el proceso de aprendizaje entre el grupo y la docente. Además, se destaca la evaluación coherente de lo que se enseña y lo que se evalúa.

“Ella les da las herramientas el estudiante lo realiza y ella está ahí como soporte”. Estudiante 1

d. Uso de la tecnología

Sobre el uso de la tecnología, es importante resaltar cómo las diversas herramientas implementadas facilitan la comprensión y visualización de los conceptos matemáticos, incluso los más abstractos. Además, aportan un aprendizaje paralelo en el manejo de las diversas herramientas digitales que están al alcance de la gran mayoría del estudiantado.

“Ha cambiado la parte computacional, creo que se le ha dado un uso más grande que antes y vuelvo y te digo que me parece una muy buena opción y una muy buena decisión en términos de que es algo más útil a nivel profesional”. Estudiante 1

También, se destaca cómo el uso de la tecnología les permite a los y las aprendientes avanzar en sus conocimientos y alcanzar nuevos logros a nivel académico y para su futuro profesional.

“Te permite llegar un paso más allá a lo que tu podrías hacer”. Estudiante 1

e. Cambio de actitud

Dentro de los hallazgos más importantes en las entrevistas realizadas, se destaca el cambio de actitud del grupo y su percepción hacia el uso y la importancia de las matemáticas. En gran parte esto se le atribuye a la práctica, la aplicación de las matemáticas a lo cotidiano y la formación profesional de los estudiantes.

“Yo antes pensaba la matemática era sumar, restar y eso, pero ahora como ingeniera industrial que quiero llegar a ser siento que estos modelos a mí me van a ayudar a resolver los diferentes problemas en mi trabajo o en cualquier ámbito de mi vida que se puedan presentar” Estudiante 2.

f. Discusión

Este tipo de propuestas requiere una mayor disposición por parte de las personas mediadoras, ya que requiere del diseño de actividades enfocadas en la contextualización, el aprendizaje coherente, activo y significativo, como elementos metodológicos que evidencian una constante preocupación en mejorar la actitud, la motivación y el proceso de aprendizaje de los sujetos aprendientes.

Atendiendo a reflexiones como la que hace Rosales (2018), esta experiencia refleja la respuesta a la necesidad de nuevas herramientas para atender a la educación de hoy. Todo esto con el fin de fortalecerla y de implementar estrategias de mediación hacia el aprendizaje de la matemática alternativas, que permitan la emergencia de habilidades propias del saber matemático y puedan ser llevadas a la práctica en contexto y situaciones reales.

La modificación de este tipo de cursos, responde también a lo que Cantoral (2002) sugiere sobre el cambio de currículum y de las metodologías de enseñanza tradicionales, con propuestas que permitan aprendizajes matemáticos en múltiples espacios y en contextos con estrategias didácticas que faciliten la apropiación de los conceptos matemáticos.

Es importante resaltar que este proceso de enseñanza-aprendizaje tuvo bastante aceptabilidad y reconocimiento por parte del grupo estudiantil y docentes de la universidad, ya que, al complementar las clases con el uso de herramientas tecnológicas, motivó a cada estudiante mientras aprendía. Otro elemento importante a considerar, son los procesos didácticos implementados, que como indica Ñapóles (2003) permitieron ver la matemática como un conjunto de conocimientos en evolución continua, con interrelación de otros conocimientos y de la necesidad de resolver determinados problemas prácticos.

Según los elementos descritos, el desarrollo de una clase de modelación matemática consiste en introducir una temática que lleve al estudiante a situaciones-problemas, para luego buscar las posibles soluciones, donde los procesos algebraicos, numéricos y geométricos sean igual de importantes.

De esta forma, se logró motivar a muchos estudiantes, por medio de un aprendizaje significativo y activo, con el apoyo tecnológico y el trabajo colaborativo, factores diferenciadores dentro del proceso. Además, el empleo de herramientas tecnológicas facilitó el desarrollo de las clases, ya que les permitió el reconocimiento de diferentes datos, como: variables, parámetros y condiciones iniciales, mientras que con el uso del computador se apoyaron en la interpretación de los resultados obtenidos, por medio del *software* GeoGebra.

Conclusiones

Dentro de las conclusiones que esta experiencia mostró, es importante mencionar la actitud y motivación que tuvieron los grupos de estudiantes para trabajar con la docente. La propuesta generó un cambio de paradigma hacia la utilidad de las matemáticas, el rol de acompañamiento docente y el posterior uso profesional de los conceptos matemáticos.

El desarrollo de esta investigación dejó en evidencia que es sumamente importante el uso de las herramientas tecnológicas para el desarrollo y la modificación de los contenidos del curso. El uso de éstas, les permitió a los y las aprendientes comprender de una mejor forma las matemáticas para su formación profesional, así como y una mejor percepción y actitud hacia estas.

Debido a lo anterior, es fundamental mejorar el acceso de la tecnología en el uso de las matemáticas, ya que, de esta forma los y las estudiantes podrán tener mayor facilidad en sus procesos de aprendizaje, por ende, un cambio de actitud hacia las clases.

Hoy en día, la educación y en particular la educación matemática, necesitan reflexionar sobre los métodos y los objetivos de aprendizaje, con el fin de responder a las nuevas generaciones, que demandan innovación, creatividad, interdisciplinariedad y la habilidad para resolver problemas y retos en los diferentes campos a los que se enfrentan.

El desarrollo de este tipo de experiencias con elementos innovadores y de cambio de paradigma, permiten que la educación en matemáticas evolucione, avance, mejore e impacte de manera positiva al entorno académico, profesional y social de las personas participantes.

Referencias Bibliográficas

- Assmann, H. (2002). *Placer y ternura en la educación. Hacia una sociedad aprendiente*. Madrid, España: Narcea Ediciones.
- Bryman, A. (2012). *Social Research Methods* (4th edition). New York, United States: Maidenhead: Oxford University Press.

- Camareno, P. (2009). La matemática en el contexto de las ciencias. *Innovación Educativa*, 9(46), 15-25.
- Cantoral, R. (2002). La sensibilidad a la contradicción: Un estudio sobre la noción de logaritmos de números negativos y el origen de la Variable Compleja. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 15(1), 35-42.
- Capra, F. (1996). *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos* (4ª ed.). Barcelona, España: Anagrama.
- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 11 (2), 171-194.
- Cataldi, Z. (2000). *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo* (tesis de maestría). Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Informática, UNLP. La Plata, Argentina.
- Corredor, C. (2014). La enseñanza de la ciencia y las matemáticas en la Universidad. Universidad Konrad Lorentz. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://bit.ly/3cwwbRM>
- Cruz, I., y Puentes, A. (2012). Innovación Educativa: Uso de las TIC en la enseñanza de la Matemática Básica. *Revista de educación mediática y TIC*, 1(2), 127-147. Recuperado de <https://bit.ly/35XFyY2>
- Cuicas, M., Debel, E., Casadei, L., y Álvarez, Z. (2007). El software matemático como herramienta para el desarrollo de habilidades del pensamiento y mejoramiento del aprendizaje de las matemáticas. *Revista de Actualidades de Investigativas en Educación*, 7(2), 1-34. Recuperado de <https://bit.ly/2WDrSNL>
- De Guzmán, M. (2007). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. *Revista Iberoamericana De Educación*, 43(1), 19-58. Recuperado de <https://bit.ly/2WE8oIT>
- Díaz, A., y Sotolo, J. (2009). *Modelación matemática de una planta para la producción de biodiésel*. Recuperado de <https://bit.ly/2WHHksj>
- Domínguez, E. (2010). *Modelación matemática: una introducción al método*. Recuperado de <http://www.mathmodelling.org/>
- García, J. (2014). Ingeniería, matemáticas y competencias. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(1), 1-29. Recuperado de <https://bit.ly/3cwIzB8>
- Guzmán, C. (2011). La calidad de la enseñanza en educación superior ¿Qué es una buena enseñanza en este nivel educativo? *Perfiles educativos*, 33, 129-141. Recuperado de <https://bit.ly/3fzYeS7>
- Infante, P., Quintero, H., y Logreira, C. (2010). Integración de la tecnología en la educación matemática. *Télématique*, 9(1). 33-46.
- Mason, J. (2002). *Qualitative Researching* (2nd ed.). London, England: SAGE Publications.
- Morales, Y., y Salas, O. (2010). Incorporación de la tecnología para la enseñanza y aprendizaje de las ecuaciones diferenciales ordinarias. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 5(6), 155-172.
- Navarro, E. (2004). El concepto de enseñanza-aprendizaje. *REDcientífica*.1-5. Recuperado de <https://bit.ly/3figMnj>

- Ñapóles, J. (2003). La resolución de problemas en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales ordinarias. Un enfoque histórico. *Revista educación y pedagogía*, XV(35), 165-181. Recuperado de <https://bit.ly/35Z63fV>
- Peñalva, R. (2010). Las matemáticas en el desarrollo de la metacognición. *Política y Cultura*. (33), 135-151.
- Perdomo, J. (2011). Módulo de enseñanza para la introducción de las ecuaciones diferenciales ordinarias en un ambiente de resolución de problemas con tecnología. *Revista de Didáctica de las matemáticas*, 78, 113-134. Recuperado de <https://bit.ly/2WvLSb0>
- Rico, L. (2006). Marco teórico de evaluación en PISA sobre matemáticas y resolución de problemas. *Revista de Educación*, 275-294. Recuperado de <https://bit.ly/35XMhBm>
- Rodríguez, (2011). La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. *Revista Números*, 77, 35-49. Recuperado de <https://bit.ly/2zpQCRS>
- Rosales, I. (2018). Las matemáticas en la educación superior. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. Recuperado de <https://bit.ly/35XG4Fv>
- Ruiz, J. (2008). Problemas actuales de la enseñanza aprendizaje de la matemática. *Revista Iberoamericana De Educación*, 47(3), 1-8. Recuperado de <https://bit.ly/2WtwzL3>
- Saldaña, J. (2009). *The Coding Manual for Qualitative Researchers* (3rd ed.). California, United States: SAGE Publications.
- Santiuste, V. (2011). *Aproximación al Concepto de Aprendizaje Constructivista*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <https://bit.ly/2zqz6ws>
- Santos, M. (2011). La educación matemática, resolución de problemas, y el empleo de herramientas computacionales. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 6(8), 35-54. Recuperado de <https://bit.ly/3bu0vLz>
- Sudman, S., y Bradburn, N. (1982). *Asking Questions: A Practical Guide to Questionnaire Design*. San Francisco, United States: Jossey-Bass.
- Urbina, J., y Ávila, R. (2013). Sentidos de la pasión de aprender. Perspectiva de estudiantes de universidad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 11(2), 803-817.
- Yazan, B. (2015). Three Approaches to Case Study Methods in Education: Yin, Merriam, and Stake. *The Qualitative Report*, 20(2), 134-152. Recuperado de <https://bit.ly/2Wryfoy>
- Zubiría, J. (28 de noviembre de 2017). La universidad: se reinventa o desaparece. *Revista Semana*. Recuperado de <https://bit.ly/35YtSof>