



Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Matemática
Profesorado en Matemática
Proyectos Innovadores en Educación Matemática

Proyecto
Conocimiento de los Graduados de Profesorado en
Matemática de la UNR sobre el uso de Software para la
Modelización Matemática

Florencia Gonzalez

Diciembre 2021

Conocimiento de los Graduados de Profesorado en Matemática de la UNR sobre el uso de Software para la Modelización Matemática

Knowledge of UNR Mathematics Faculty Graduates on the use of Software for Mathematical Modelling

Florencia Gonzalez
florenciabelengonzalez96@gmail.com

Resumen

Se presenta una investigación cualitativa en donde se pone especial atención en el conocimiento que tienen los graduados del Profesorado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR sobre el uso de software matemáticos para la modelización matemática. Mediante un cuestionario vía email y al contar con una base de datos de todos ellos, se centra el estudio en ver qué conocen, cuáles, qué idea tienen de ellos, si los utilizan y para qué, qué lugar ocupan en sus clases, qué lugar le dan a la modelización, etc.

Una vez analizados los resultados, se piensan propuestas innovadoras para la utilización de estas herramientas en las aulas, para poder, entre otras cuestiones, fomentar el debate entre colegas, crear nuevas propuestas para llevar a las clases con la idea de presentar alternativas y fomentar el uso de estos recursos de manera más frecuente, en diversos temas y por qué no, en fusión con otras disciplinas.

Palabras clave

Modelización Matemática. Tecnologías de la Información y la Comunicación. Software matemático. Práctica Profesional Docente.

Abstract

Qualitative research is presented where special attention is paid to the knowledge that graduates of Profesorado en Matemática from UNR's Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura have about the use of mathematical software for mathematical modelling. Through a questionnaire via email and by having a database of all of them, the study focuses on seeing what they know, which ones, what idea they have of them, if they use them and for what, what place they occupy in their classes, what place give to modeling, etc.

Once the results have been analyzed, innovative proposals are thought for the use of these tools in classroom, to be able, among other issues, to encourage debate among colleagues, create new proposals to take to classes with the idea of presenting alternatives and fostering the use of these resources more frequently, in various topics and why not, in fusion with other disciplines.

Keywords

Mathematical Modelling. Information and Communication Technology. Mathematical Software. Professional Teaching Practice.

1. Presentación

A continuación, se presenta la problemática de este trabajo, al explicar detalladamente los motivos que llevan a investigar este tema, los objetivos tanto generales como específicos, el estado de conocimiento de las dos principales aristas de esta investigación: modelización matemática (MM) y software matemático (SM) y una síntesis de la misma al final de esta primera sección.

1.1. Problemática

La gran diversidad de software online que hay a disposición, algunos gratuitos y otros pagos, pero en la mayoría de los casos se encuentran al alcance de los docentes para utilizarlo en las clases de Matemática: *¿cómo se puede aprovechar la gran diversidad de software que hay a disposición en las prácticas docentes?* Para poder aprovecharlo en ellas es necesario poder contar con conocimientos para implementarlo adecuadamente en una clase de Matemática. La formación inicial sobre el uso significativo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): *¿qué enseñan en la formación inicial sobre las TIC que permita a los docentes utilizarlas en sus prácticas?* En el plan 2018 del Profesorado en Matemática, se avanzó en la incorporación de las TIC, debido a que se propone un taller llamado “Recursos Tecnológicos en Educación Matemática” en el primer año de la carrera. Es un gran paso para la formación de futuros docentes, pero esto no garantiza que sea suficiente para la carrera del docente en Matemática, sino que junto con la propia formación continua sobre el uso apropiado de las TIC puede alimentar las prácticas docentes y brindar una enseñanza más enriquecedora y motivadora a los estudiantes.

Las herramientas tecnológicas, en particular los softwares, pueden permitir propuestas alternativas a las clases tradicionales de manera que sean innovadoras, dinámicas y motivadoras en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de nivel secundario. Esto lleva a la siguiente pregunta: *¿qué herramientas se necesitan para llevar a cabo las clases de Matemática de manera dinámica y no caer en una clase tradicional?* Si bien esta pregunta puede relacionarse con el hardware (computadora, cámara, micrófono, celular o una buena conexión a Internet) que sin esas herramientas no podría desarrollarse una clase virtual, este trabajo se enfocará en los softwares y, en particular los matemáticos, que permitan poder preparar una clase de Matemática que propicie la MM.

Dado el gran avance que tienen las tecnologías en este mundo y que los estudiantes tienen al alcance de la mano mucha información, resulta necesario poder adquirir herramientas de adaptación para aprovechar y proponer secuencias didácticas innovadoras para complementar las clases de Matemática con las TIC.

Hasta acá se han expresado los argumentos por los que se considera que amerita investigar sobre los softwares para mejorar las prácticas docentes. Junto con lo expresado, se suma la importancia de incorporar en la enseñanza, la MM.

Por un lado, se nota una escasez en el abordaje de la MM en las clases. Asimismo, su desarrollo permite adquirir competencias para establecer, analizar y reflexionar sobre modelos matemáticos. Además, esta práctica de la enseñanza permite poder hacer una relación entre el mundo real y la Matemática como centro de la enseñanza y del aprendizaje, y esto es relevante para llevar a cabo en el nivel secundario porque pueden motivar el proceso de aprendizaje y ayudar a los estudiantes a construir conceptos matemáticos.

Por otro lado, el Diseño Curricular Jurisdiccional de la Provincia de Santa Fe expresa: “el hacer matemática es un trabajo de modelización cuyo motor consiste en la resolución de problemas” (Ministerio de Educación de Santa Fe, 2014, p.47). El documento ministerial considera que la modelización y la resolución de problemas están imbricados. La MM se caracteriza por brindar una mirada integradora de la actividad matemática, donde se consideran diversos aspectos: problemas, técnicas, representaciones, demostraciones, sin una preponderancia de una sobre las otras. Reconoce a la resolución de problemas como uno de los caminos para la construcción de conocimiento, diferenciándose de la concepción tradicional en que son presentados los problemas, como una instancia de aplicar lo previamente enseñado.

1.2. Objetivos

Para el presente trabajo se consideran dos instancias para realizar una innovación en la Educación Matemática. La primera, es indagar sobre qué conocimientos tienen los graduados del Profesorado en Matemática de la FCEIA sobre los SM para la MM y qué hacen con respecto al uso de las TIC en las clases de Matemática. En la segunda instancia, se propone la Innovación en Educación Matemática. La intención es aportar a los profesionales docentes información acerca del uso adecuado de las TIC en la MM e intercambiar ideas sobre secuencias didácticas posiblemente llevadas a cabo en las clases de estos docentes.

El objetivo general de este trabajo es: Analizar cuánto conocen los graduados con respecto al uso de los SM y cómo los utilizan particularmente para la MM.

Específicamente, los objetivos son los siguientes:

- Indagar sobre qué SM conocen los graduados, como así también específicamente qué conocen de cada uno, qué alcance le dan a su uso y con qué periodicidad.
- Reconocer si la utilización que los docentes les dan, forma parte de una secuencia pensada y planificada, con objetivos específicos en cada consigna.
- Idear propuestas didácticas que emplean SM para realizar tareas de MM en clases de secundaria.

1.3. Estado de Conocimiento

El presente trabajo está determinado por dos grandes aristas. Por un lado, la MM y, por otro, los SM que son utilizados en las clases, tanto en la formación docente, como en las clases dictadas por ellos. Se presentan distintas investigaciones que las abordan, con atención al enfoque destinado a la formación de futuros docentes en Matemática.

En cuanto a los antecedentes sobre los SM en la formación docente, se comienza estudiando la investigación de Giraldo (2021). El mismo realiza una propuesta que surge de la necesidad de mejorar las prácticas docentes, con uso de herramientas tecnológicas para fortalecer las habilidades de los estudiantes en Matemática. El trabajo se desarrolla mediante el uso de TIC como Academy, la Biblioteca Nacional de Manipuladores Virtuales, Edmodo y GeoGebra, donde se favorecen habilidades en dos sentidos: mediante la MM y para la resolución de problemas cotidianos.

En la conclusión de la propuesta, el autor nota la importancia de que los docentes generen espacios propicios para el desarrollo de las actividades mediante el uso de las TIC. Además, se considera que estos ambientes motivan la participación de los estudiantes y favorecen el desarrollo de habilidades matemáticas.

Por otro lado, se encuentra la investigación de Soto Munguía y Alvarado (2020) donde presentan una propuesta didáctica que consiste en una metodología dirigida a docentes de Matemática de nivel secundario que permite poder diseñar secuencias didácticas a partir del uso del software GeoGebra. Esta metodología es elaborada en base a la articulación de: la estructura didáctica de Díaz-Barriga, el método de enseñanza ACODESA de Hitt y los desarrollos curriculares de Taba. El estudio se lleva a cabo con un grupo de 11 docentes en un curso-taller de 40 hs. Los resultados obtenidos son tres secuencias didácticas elaboradas por

tres equipos de docentes en un contexto tecnológico, donde se percibe que es posible realizar diseño a través de esta metodología. Sin embargo, presentan algunas dificultades durante el proceso de articulación con la tecnología. Retoman a Hitt y Cortés (2009) para enfatizar sobre la importancia de utilizar la tecnología en el diseño de las actividades didácticas y caracterizan las nociones de ejercicio, problema y situación problema; al haber analizado las diferencias entre estos conceptos ponen especial atención en la caracterización de la situación problema ya que lo retoman en el diseño de la metodología de la presente investigación.

Finalmente, notan que los docentes logran adaptarse a la metodología propuesta a partir de la experiencia que obtienen al abordar y analizar las secuencias didácticas contrastándolas con la metodología; las reflexiones didáctico matemáticas sobre las secuencias previamente diseñadas les permiten identificar las características de la metodología empleada para el diseño. También han podido notar que los docentes pueden aplicar esta metodología en las planificaciones propias de las secuencias didácticas cuando trabajan en colaboración con otros docentes. Sin embargo, presentan dificultades en el momento de institucionalizar el contenido matemático involucrado en las secuencias y al construir en GeoGebra los applets propuestos por ellos mismos. Las situaciones problemáticas resultan ser un reto para el docente. Los autores recomiendan que, en una segunda aplicación de la metodología, primero el profesor sea consciente de un contenido y a partir de ahí conciba una situación problema. De esta manera proponen abrir un espacio para la construcción y modelación de situaciones problemáticas. La metodología se estructura a partir de los elementos teóricos ya mencionados y es apreciada a través de la implementación de un curso-taller en que los docentes logran diseñar secuencias didácticas.

A partir de la llegada de las computadoras al aula, surge la necesidad de capacitar a los docentes en el uso de las TIC y en particular del software GeoGebra. Por esto las investigadoras Arroyo et al (2016) desarrollan un curso de capacitación de la Secretaría de Educación del municipio de Vicente López, Buenos Aires, Argentina. El curso online es destinado para docentes de escuelas públicas y privadas, se implementa durante dos años (28 semanas y comenzó a dictarse en el 2015) y abarca temas de la currícula de cada uno de los seis años de nivel medio y de segundo ciclo de nivel primario.

Los objetivos del curso son capacitar a los docentes en el manejo de GeoGebra aplicado en los contenidos del diseño curricular de manera que puedan implementarlos en sus clases, incentivar el trabajo colaborativo y poner al estudiante como protagonista en el proceso de aprendizaje, a través de la participación activa en las clases y en las tareas asignadas, brindar

una serie de secuencias didácticas que orienten al docente sobre cómo organizar la clase con el uso provechoso de un SM.

Destacan que primero han notado un momento de reflexión sobre el reto de utilizar GeoGebra para mejorar la enseñanza de la Matemática y lograr diferenciarlo de una calculadora o una graficadora con un software dinámico. Segundo, las autoras observan que los docentes se familiarizan y afianzan el uso del GeoGebra. Notaron una satisfacción en los docentes a medida que lograban descubrir conexiones dinámicas (ya conocidas) pero que aparecían como nuevas, asombrándose de la visualización dinámica de cada una de las propiedades. Por último, el curso dictado en forma online, con tiempo para aprender, ejercitar, consultar y repensar la práctica docente desde otro lugar, brinda una experiencia muy enriquecedora en la formación de los docentes en Matemática.

Acerca del estado de conocimiento sobre la MM en la formación docente y de acuerdo a los aportes de las investigaciones sobre este tema que se consideran propicias para este proyecto, Moreno et al (2021) trabajan sobre los errores que han puesto de manifiesto 27 estudiantes de la especialidad de Matemática del Máster en Formación de Profesorado de Secundaria, en una tarea de modelización. Con estos, describen categorías de los errores en las distintas fases del proceso de modelización. Notan que la mayor cantidad de errores se dan cuando interviene la situación real original, o sea, cuando se tiene que simplificar para obtener el modelo real (fase de simplificación) y cuando se han de interpretar los resultados (fase de validación). La consigna planteada a los estudiantes es la siguiente: “Se quiere colocar un parque de bomberos para cubrir las necesidades de tres pueblos. ¿Dónde situarías el parque de bomberos? Describe las decisiones que vas a tomar y el procedimiento que vas a utilizar para resolverlo”. En el análisis de la resolución se construyen las categorías de errores, con referencia en las fases del proceso de modelización.

En las conclusiones, se hace alusión a dos aspectos: la familiaridad del estudiante con el proceso de modelización y la aplicación de contenidos matemáticos. En el primer caso, se evidencian errores de modelos reales incompletos, dificultades al explicitar las variables y falta de interpretación en la solución encontrada. En el segundo aspecto, el error más frecuente es la elaboración de un modelo matemático incompleto, ya sea porque no se consideraron todos los casos posibles en el modelo real, o bien porque existe una falta de concreción de las condiciones planteadas.

Por otro lado, las investigadoras Cruz, Esteley et al (2020) trabajan en el diseño y organización de una propuesta en torno a los procesos de MM, con el propósito de buscar

en los estudiantes del tercer año de la carrera de Profesorado en Matemática de la Universidad Nacional del Litoral una reproducción en el aula de actividades propias del quehacer matemático. El objetivo de la investigación es poder describir, analizar y discutir una experiencia de formación para futuros docentes en un contexto de MM vinculada con fenómenos geométricos. En particular, se trata de una propuesta que invita a que los estudiantes puedan construir una definición de poliedro.

En las reflexiones finales, las autoras mencionan que aquellos estudiantes que participan en la experiencia logran apropiarse del proceso de MM de naturaleza intramatemática. Señalan que pueden trabajar con referentes empíricos vinculados con la Matemática y recurren a conocimientos matemáticos ya apropiados para la construcción de modelos. Han evidenciado un trabajo con MM centrado en los objetos matemáticos y muestran las posibilidades formativas de los procesos de construcción de conocimientos que les brindan a los futuros profesores. Así mismo, las reflexiones sobre los procesos de MM y validación posibilitan que surjan conocimientos didácticos, matemáticos y tecnológicos.

En la investigación realizada por Cruz, Mántica et al (2020), se pone atención en el modo en que futuros profesores en Matemática transitan un proceso de MM al resolver una situación real, en la asignatura Taller de Geometría del Profesorado en Matemática de la Universidad Nacional del Litoral. Se subrayan los procesos de formulación y validación de afirmaciones puestos en juego y en las interacciones que se presentan.

A partir de la necesidad de un trabajo de MM y de una conversación entre investigadores y el dueño de un campo de una localidad de la Provincia de Santa Fe, se diseñó la situación. Este hombre plantea la necesidad de construir un tanque de agua para su ganado vacuno con ciertas condiciones imprescindibles para el mismo. El sub-proceso de formulación queda a cargo del grupo investigador. Se disponen dos grupos de dos personas para la resolución de esta situación y el resto de los estudiantes se ocupan de otras. Luego, se analizan los datos en dos aspectos: por un lado, las interacciones del grupo de estudiantes, y, por otro, las discusiones que surgen en instancias de debate colectivo.

Se concluye que el trabajo en una situación real permite a los estudiantes movilizar conocimientos previos, tomar decisiones y, por lo tanto, asumir una postura crítica frente a la situación que están modelizando y construir conocimientos. Se observa que el grupo transita por todos los subprocesos del proceso de modelización, a excepción de formular la situación, la cual fue propuesta por los investigadores. Se retoman y se vuelve a subprocesos anteriores en reiteradas ocasiones. En algunos momentos las interacciones potencian el debate

y en otros lo debilitan. En cuanto al uso del software, las alumnas consideran que una construcción dinámica hace referencia a un bosquejo con lápiz y papel. Sin embargo, si bien no utilizan un software, no descartan en instancias del debate el potencial de este recurso.

Por último, la investigación realizada por Gallart et al (2019) se focaliza sobre la MM en la escuela secundaria. Se plantea que uno de los principales problemas que surgen al trasladar una tarea de MM al aula de secundaria es la falta de descripción detallada que ayude y oriente al profesor en la implementación de este tipo de actividad y que le permita reconocer cuáles son sus objetivos, su encuadre dentro del currículum, cómo realizar su evaluación o qué metodología utilizar. Se muestra una experiencia de aula, con el detalle de las fases que implica la implementación de una actividad de modelización.

Luego de la introducción a la problemática, se plantean cuáles son los objetivos a alcanzar con una actividad de este estilo y posibles preguntas, como: ¿Encaja la modelización en el diseño curricular de nuestra materia? ¿Qué objetivos de aprendizaje se persiguen con la investigación? ¿Qué tareas usar? ¿Qué metodología usar? ¿Cómo evaluarla?

Esta investigación tiene forma de guía sobre este tema. Se concluye que no hay dudas de las ventajas de la modelización en el aula, pero también del reto que implica para cada docente. Se espera que puedan contestar todas las preguntas anteriores y saber que el desenlace de cada actividad depende de la importancia que ellos mismos le den.

En este recorrido, se reconocen algunos aspectos logrados. Por un lado, se nota cierta profundidad en el estudio de la MM para el nivel secundario, donde en su mayoría se considera que es ventajoso el abordaje de la misma en el aula, ya que permite reproducir actividades propias del quehacer matemático, tomar decisiones y, por lo tanto, asumir una postura crítica frente a la situación que están modelizando y construir conocimientos. En cuanto a las TIC, se pudo observar que el uso de la misma motiva la participación de los estudiantes y favorece el desarrollo de habilidades matemáticas. Sin embargo, amerita indagar el abordaje de la MM a través de la utilización de software por los graduados.

2. Marco teórico

La elaboración de este proyecto se basa en cuatro ejes teóricos que son: MM, TIC, SM y Práctica Profesional Docente. Se brinda una mirada de distintos autores acerca de cada uno de estos temas en función a la perspectiva tomada para este trabajo; por último, se presenta un pequeño resumen de todo lo propuesto en cada eje.

2.1. Modelización Matemática

El diseño se sustenta de aportes de la MM como abordaje pedagógico, se refiere al trabajo con modelos matemáticos en el aula con la intención de reproducir las actividades de la comunidad matemática. Bassanezi (1994) afirma que emplear la MM como abordaje de enseñanza y medio para el aprendizaje posibilita el desarrollo de ciertos modos de pensamiento y actuación, entre otros, la producción de conocimientos, la realización de abstracciones y formalizaciones, el establecimiento de generalizaciones y analogías. Bajo este abordaje, se busca que los estudiantes produzcan nuevos conocimientos y no solamente que apliquen conocimientos matemáticos ya conocidos. Los estudiantes que se involucran con la MM formulan problemas en el marco de un tema en estudio, emplean datos existentes o producen nuevos con el fin de construir un modelo que dé respuesta al problema, validan el modelo y, en caso necesario, lo modifican. En este sentido, el proceso es cíclico e incluye construcciones provisionarias.

Por otra parte, Sadovsky (2005) distingue diferentes acciones que se presentan en el trabajo de la MM: recortar la situación problemática, identificar variables adecuadas para la situación problemática particular, establecer relaciones entre las variables que se ponen en juego, elegir una teoría que permita trabajar en ellas y producir conocimientos nuevos sobre la situación. La autora afirma que es necesario que los estudiantes tomen decisiones frente a los recursos utilizados y que se responsabilicen de sus resultados, a través de la validación y confrontación con sus pares.

Un proceso de MM se pone en juego al establecer una relación entre una situación extramatemática y una noción matemática determinada (Blomhoj, 2004). El autor señala que el trabajo con situaciones en contextos reales posibilita la libertad de elección por parte de los estudiantes y que se movilizan conocimientos matemáticos disponibles.

Las nociones de MM abordadas en este trabajo tienen puntos en común. El abordaje pedagógico mencionado por Bassanezi (1994), las diferentes acciones que se presentan en la MM de Sadovsky (2005) y la relación que se genera en una situación extramatemática y una noción matemática de Blomhoj (2004), coinciden en que el trabajo de la MM en las aulas permite que los estudiantes sean partícipes en el proceso de aprendizaje y que es productivo para la construcción de nuevos conceptos matemáticos. Cabe destacar que Blomhoj hace referencia a la modelización de situaciones del mundo real y no deja explícito si dentro de la misma considera la modelización intramatemática. En cambio, las autoras señalan la posibilidad de trabajar con fenómenos tanto intra como extramatemáticos.

2.2. Tecnologías de la Información y la Comunicación

Ochoa et al (2002) establecen que las TIC son un conjunto de procesos y productos derivados de las nuevas herramientas (hardware y software), soportes y canales de comunicación, relacionados con el almacenamiento, procesamiento y transmisión digitalizada de la información. Las TIC abarcan sistemas de simulación y modelado, SM, sistemas multimedias, entre otros.

Meza et al (2002) consideran que los beneficios que se obtienen en el uso de las TIC en la labor docente estarán en función de la capacidad que se tenga de su manejo y adecuación. La integración de las TIC en el ámbito educativo va a depender, de acuerdo a Sangrá et al (2004), de diferentes factores. En primer lugar, de la disposición de los equipos en las instituciones, así como de los procesos de formación y motivación de los sujetos: directivos, estudiantes y docentes en la incorporación de las actividades que llevan a cabo en el contexto educativo de forma cotidiana. De acuerdo a los constantes cambios e innovaciones, se requiere una formación continua de estos sujetos.

Los autores Meza et al (2002) y Sangrá et al (2004) coinciden que la incorporación de las TIC en el ámbito educativo, y en particular en las clases, depende en gran parte de la formación y motivación de los directivos, alumnos y docentes para llevarla a cabo en las aulas. También aclaran que la disposición de los equipos en las escuelas es fundamental para poder trabajar con la TIC en las clases.

2.3. Softwares Matemáticos

En cuanto a los SM, Ociel López (s/f) afirma que “son aquellos que se utilizan para apoyar o ilustrar problemas matemáticos”. También menciona que dentro de este tipo de software se encuentran los sistemas algebraicos computacionales y graficadores de funciones, entre otros. Explicita varios ejemplos, como GeoGebra, Scilab, Matlab, Cinderella, Máxima, TinkerPlot, FooPlot, Wiris, etc.

Para Ángel et al (2001), en su uso, el docente adapta su metodología a estas herramientas e integra los conocimientos teóricos y prácticos, así como también diseña aplicaciones y problemas orientados al uso del software. Sin olvidar que enseñar este tipo de actividades requiere de un buen conocimiento del software, coherencia didáctica respecto a lo que se le propone al alumnado y ofrecer a este último una guía de cómo, cuándo y para qué utilizar esta herramienta.

Ángel et al (2001), Balderas (2002), Galdo y Cociña (1998), Orellana (1999) y Queralt (2000) argumentan que, entre las posibilidades del software, están:

- Favorece los procesos inductivos y la visualización de conceptos.
- Permite comparar, verificar, conjeturar y refutar hipótesis.
- Individualiza los procesos de enseñanza y de aprendizaje.
- Sirve como elemento de motivación e instrumento generador de problemas matemáticos.

Meza et al (2002) afirman que la tarea del docente es planificar, desarrollar y evaluar procesos de enseñanza y de aprendizaje, donde el software representa el papel de herramienta cognitiva. No obstante, recomienda cuidar que el software no se constituya en el objeto de estudio y que, con ello, se descuide el aprendizaje de temas esenciales que se pretende lograr con su uso.

A modo general, en la delimitación conceptual de SM, se tiene que, por un lado, es considerado como una herramienta de apoyo que permite poder ilustrar problemas matemáticos; por otro, es tomado como parte de la planificación de las clases, en el sentido que el docente debe adaptar su metodología en este recurso tecnológico. En ambos puntos de vista, se presenta una integración completa del software en el proceso de diseño e implementación de las clases de matemática de manera significativa para el aprendizaje de contenidos matemáticos.

2.4. Práctica Profesional Docente

Históricamente, la Práctica Docente en la formación inicial se ha caracterizado por una definición diferente, ya que era considerada como el ámbito de aplicación de lo aprendido a lo largo de varios años de forma disciplinar. Esto suponía considerarla como un apéndice de la formación teórica previa, sin mayor espacio para la construcción progresiva y reflexiva. Asimismo, se llevaban a cabo sin relación previa con los contextos institucionales y áulicos, en los cuales tendría lugar la acción (Delorenzi, 2008).

Recientemente, el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), en su propuesta de estándares para la acreditación de las carreras de Profesorado Universitario en Matemática, delimitó el campo de Formación en las Prácticas Profesionales Docentes (PPD) como aquel espacio de “construcción reflexiva y el desarrollo de saberes y habilidades que se ponen en juego en el accionar del profesor universitario, tanto en las aulas como en otros ámbitos que hacen al ejercicio de la formación docente”. Puntualmente se señala la importancia de la integración

teórico-práctica asumida desde una posición reflexiva y crítica que atienda a las particularidades de los contextos en que se sitúa la acción.

En este sentido Achilli (2008) entiende a la Formación Docente como: “un proceso en el que se articulan prácticas de la enseñanza y de aprendizaje orientadas a la configuración de sujetos docentes/enseñantes”. Desde esta categorización, resulta clave la misma noción de Práctica Docente, con un doble sentido. Por un lado, como “práctica de enseñanza” que supone cualquier proceso formativo. Por el otro, como la apropiación del mismo oficio magisterial, de cómo iniciarse, perfeccionarse y/o actualizarse en la “práctica de enseñar”.

De un modo general, la práctica docente alude a una práctica desarrollada por sujetos cuyo campo identitario se construye alrededor de los procesos fundantes del quehacer educativo como son los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se diferencia a esta de la práctica pedagógica, tomada como la práctica que se despliega en el contexto del aula caracterizada por la relación docente, alumno y conocimiento. Al utilizar la noción de práctica docente, esta la trasciende, al implicar además un conjunto de actividades, interacciones, relaciones que configuran el campo laboral del profesor en determinadas condiciones institucionales y sociohistóricas. Ese conjunto de actividades, a su vez, se imbrica con el entramado de significaciones socioculturales que van configurando los procesos constitutivos de las identidades docentes.

Entonces, en cuanto a la PPD podemos decir que no solo se basa en aplicar lo aprendido durante todos los años de formación de un docente, sino que se trata de una actividad compleja, al considerar al educador dentro y fuera del aula, el contexto histórico, las condiciones institucionales y de los establecimientos en los que se encuentra inmerso.

3. Metodología

A continuación se detalla el enfoque de este trabajo al mostrar qué es lo que se pretende estudiar; su alcance, al ver en qué se profundiza el análisis; su tipo, al presentar cómo se toman los datos para el trabajo; instrumentos y técnicas, mediante detalles de los elementos que se tienen en cuenta para recabar la información necesaria; los participantes, a través de una diferenciación entre los cuestionados; y finalmente, las categorías de análisis, que sirven para un mayor orden a la hora de procesar los datos y profundizar realmente en lo que se desea para lograr los objetivos planteados.

3.1. Enfoque

Este proyecto se enmarca dentro de un *enfoque cualitativo* del estudio de las prácticas profesionales docentes. Se trata de abrir el diálogo y estudiar sobre aquellos conocimientos de las TIC en los profesores de Matemática graduados de la Carrera de Profesorado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (UNR) que trabajan en el nivel medio. Para poder comprender los conocimientos de las TIC, la investigación cualitativa opta por estudiar la formación continua de los docentes en esta área en particular.

3.2. Alcance

Este estudio tiene alcance *descriptivo-interpretativo*, además de identificar qué ocurre y el porqué de los hechos, se busca profundizar la mirada mediante la reflexión a partir de la interpretación. El carácter empírico de esta investigación se ve marcado en el objetivo de la misma: analizar los conocimientos de los graduados del Profesorado en Matemática de la UNR sobre el uso de software para la MM.

3.3. Tipo

Se presenta una investigación basada en el estudio del conocimiento sobre SM de los graduados del Profesorado en Matemática de la FCEIA, desde 2011 a 2020, en donde se indaga en sus experiencias en el campo con estos elementos. En este caso, la experiencia de todos los docentes cuestionados que se desempeñan en el nivel medio.

3.4. Técnicas e Instrumentos

De acuerdo con las *técnicas e instrumentos* a utilizar, se realiza un cuestionario a través de email (formulario de preguntas de Google) en donde los docentes pueden responder acerca del uso que le dan a las TIC y particularmente a los SM en el aula, qué idea tienen acerca de estos recursos y en qué temas los utilizan más, si los estudiantes se notan entusiasmados al utilizarlos, etc.

El mismo es enviado el día 20 de septiembre de 2021 y los graduados cuentan con cinco días para su resolución, es decir, hasta el 24 de septiembre de 2021.

Las preguntas abiertas tienen el objetivo de obtener información para el procesamiento de datos e ideas futuras.

Encabezado del cuestionario:

De acuerdo con las concepciones que brinda el Diseño Curricular Jurisdiccional, se entiende que la modelización se caracteriza por reconocer y recortar una problemática de la situación considerada, elegir una teoría para tratarla en función de las relaciones entre las variables y producir conocimientos nuevos sobre dicha problemática y, además, que la incorporación de las TIC en el aula permiten un cambio en las estrategias y el enfoque didáctico de la labor de los docentes, enriquecen las posibilidades de enseñar y permiten centrarse en otros conceptos diferentes a los que se priorizaron en una clase de matemática tradicional.

Cuestionario:

1) ¿Cómo entiende a los siguientes conceptos: TIC, software matemático y modelización matemática?

2) ¿Cree que tiene un buen conocimiento sobre estas herramientas para usarlas en sus clases? ¿Por qué? ¿Cómo se ha formado en este espacio?

3) ¿Conoce algún software matemático que pueda utilizarse en las clases de matemática? Si su respuesta es positiva: ¿Cuáles ha implementado en sus clases? ¿Qué contenidos matemáticos son puestos en juego? ¿En qué momento de la planificación utiliza las TIC? (introducción-desarrollo-ejercitación-aplicación). ¿Con qué objetivos formativos utiliza estos recursos en el aula? ¿Cómo lleva a cabo la secuenciación de las actividades con el uso de este recurso? ¿En qué cree que beneficia a los alumnos una clase con esta herramienta como recurso?

Si su respuesta es negativa: ¿Por qué? ¿Lo tiene previsto para futuras clases? ¿Qué lo ha imposibilitado?

4) ¿Ha incorporado la modelización matemática en sus clases?

Si es afirmativa su respuesta: ¿Lo ha complementado con algún software matemático? Comente en no más de tres renglones su experiencia.

Si su respuesta es negativa: ¿Qué lo ha imposibilitado? ¿Lo tiene previsto?

3.5. Participantes

En cuanto a los *participantes* de la investigación, cabe mencionar que la misma se lleva a cabo con docentes graduados de los últimos 10 años (2011 a 2020) del Profesorado en Matemática de la FCEIA (UNR). Se considera una base de datos emitida por la Secretaría de Asuntos Estudiantiles y Relaciones Interinstitucionales. Desde allí, luego de enviar el cuestionario a todos los graduados, se hace una división entre quienes trabajan en nivel medio y quienes no, ya que se aclara en el mail previamente que solo respondan quienes lo hagan, quedando estos como participantes del proyecto.

3.6. Categorías de análisis

Con respecto a las *categorías de análisis* de este trabajo se tienen en cuenta dos, que abarcan el conocimiento y el uso de los SM por parte de los graduados:

- *Conocimiento sobre SM (CS)*: definiciones y creencias que se tienen acerca de estos softwares y su uso en las aulas.
 - Qué conocen (CS1): tipos de SM que conocen y/o utilizan en sus clases.
 - Para qué contenidos los utilizan (CS2): temas en donde se involucran estos recursos y con qué frecuencia.
 - En qué momento de la planificación los usan (CS3): referida a si se utiliza en la introducción, desarrollo, ejercitación o aplicación de un contenido matemático.
- *Uso de los SM (US)*: con respecto a su utilidad y el significado de los mismos en las clases de matemática.
 - Cuáles son los objetivos formativos (US1): referido a las intenciones que los docentes tienen al utilizar este recurso.
 - Cómo es la secuencia de enseñanza (US2): cómo se lleva a cabo el proceso de enseñanza con la implementación de estos softwares, qué lugar se le da en el mismo.
 - De qué modo se promueve la MM (US3): se refiere a la incorporación de esta estrategia de enseñanza en el tratamiento de un contenido.

3.7. Procesamiento de los datos

Por último, al enfocar la mirada en el procesamiento de los datos, se tienen en cuenta las categorías de análisis mencionadas, con el objetivo de adentrarse en ellas para notar lo que haya surgido en la investigación y hacer planes a futuro, como re-pensar secuencias didácticas para esos mismos cursos o docentes, proponer otras, encuentros posteriores con los docentes cuestionados para obtener ideas nuevas que sumen al grupo de profesionales.

4. Resultados

En esta sección se comienzan a describir los primeros hallazgos de esta investigación. Los datos se obtuvieron a través de un cuestionario redactado en el apartado 3.4. de este trabajo que fue enviado a todos los graduados de los últimos 10 años vía email, al que respondieron 14. Tuvieron cinco días para brindar su respuesta.

El proceso analítico se basó en la búsqueda de palabras clave que dieran lugar a cierta clasificación de las respuestas obtenidas. Las mismas tienen que ver con las respuestas que más aparecen en las respectivas preguntas. Este trabajo de codificación y de comparaciones permite establecer relaciones con las categorías de análisis preestablecidas. Se procuró poder estudiar exhaustivamente cada respuesta de los participantes y su propio lenguaje al responder, para con ello delimitar tales palabras clave.

Se presentan los resultados de las dos preguntas generales del cuestionario primero y, luego, las respuestas referidas a las categorías de análisis planteadas en la sección 3.6.

En la primera pregunta del cuestionario se hace una distinción de los tres conceptos puestos en juego en el presente trabajo: MM, SM y TIC. Luego, según cada respuesta, se las agrupa a través de ciertas palabras clave para determinar en qué columna de esta tabla se ubican.

En cuanto a las TIC, utilizan la palabra *herramienta* y varios de ellos coinciden en que con las mismas se puede *comunicar/transmitir/difundir* información. Además, notan que puede trabajarse en diferentes áreas con ellas, no solo en la matemática. Con respecto a los SM, surge la palabra *programa*, con diferentes entramados como, por ejemplo, programa para trabajar conceptos matemáticos, para poner en práctica o construir un conocimiento o para realizar una tarea. A su vez, se los ve incluidos dentro de las TIC, esto es, entienden a los softwares como aquellas tecnologías con las que se pueden trabajar conceptos de índole matemática. También lo ven como una *superación* a los recursos tradicionales, que potencian y permiten revisar las formas de enseñar.

Por último, en cuanto a la MM, surgen varias palabras: *vía, proceso, aplicación, estrategia*. Vía, para entender y aplicar o bien para traer aspectos constructivos de la matemática y afianzar contenidos. Proceso, que permite describir y desarrollar una situación a partir de un modelo matemático. Aplicación de los contenidos trabajados en clase. Estrategia didáctica de la enseñanza necesaria para el desarrollo de la matemática escolar.

En la segunda pregunta, se divide a las personas que hayan contestado la primera parte según su opinión sobre sus conocimientos de las TIC, SM y MM. Luego se describe con fragmentos de los participantes en el cuestionario cómo se han formado en estos espacios.

Acerca de la creencia de los graduados sobre sus conocimientos de estas herramientas para implementarlas en las clases, tres docentes determinaron que consideran tener un buen conocimiento y manejo, uno respondió negativamente, otro no respondió y el resto consideró que sus conocimientos eran “medio/bueno” o “tenían cierta idea” sobre el uso de las TIC y la MM en las clases de Matemática. Estos últimos docentes mencionan que se necesita

una “gran dedicación para considerarse a un buen nivel” sobre estas herramientas para llevarlas a cabo en las aulas y es por eso que se describen así en cuanto a los conocimientos. Sobre la formación o preparación de los graduados, la mayoría mencionan que se formaron a través de *cursos o especializaciones por fuera* de la formación inicial de la carrera por notar una preparación escasa en la misma, otros por indagación propia en *Internet* o a través de *tutoriales*. Uno comenta que sus conocimientos surgen a través de “*prueba y error*” y, por último, otro graduado considera que tiene un manejo satisfactorio con las tecnologías, que le permiten poder comprender de manera rápida el funcionamiento de los SM.

En la tercera pregunta se comienza a analizar la primera categoría: *conocimiento sobre SM*, la cual empieza con una pregunta cerrada, es decir, solo puede responderse “sí” o “no”. Según la elección de los graduados, deben responder otros interrogantes. Si responden positivamente, la serie de preguntas tiene a sus respuestas procesadas en la Tabla 1, en donde en la primera columna aparece el tema al que refiere la pregunta y en la segunda columna la respuesta más representativa (software más utilizado, contenido más enseñado, momento de la planificación, etc.). Las demás respuestas se presentan en una breve narrativa.

Tabla 1. Docentes que conocen SM y los utilizan en sus clases

Conocimientos sobre SM (CS)	
Subcategoría	Respuesta más representativa
Software implementado (CS1)	GeoGebra
Contenidos matemáticos puestos en juego (CS2)	Sistemas de ecuaciones lineales, gráficas y análisis de funciones, área, perímetro, volumen
Momento de la planificación (CS3)	Aplicación

Si en la pregunta cerrada responden negativamente, se analizan los motivos y cuáles fueron las imposibilidades para no poder implementar clases con estos recursos. El procesamiento se hace agrupando las respuestas mediante palabras clave.

En cuanto a la pregunta cerrada: “*¿Conoce algún SM que pueda utilizarse en las clases de matemática?*”, todos los graduados contestaron que sí; por lo tanto, el procesamiento de los datos en cuanto a la respuesta negativa queda desestimada.

Acerca de: “*¿Qué contenidos matemáticos son puestos en juego?*”, aparecen también función lineal, Teorema de Thales, proporcionalidad, números y operaciones, escritura matemática, probabilidad y estadística.

El momento de aplicación de los contenidos es el que más respuestas obtuvo en cuanto a la pregunta: “*¿En qué momento de la planificación utiliza las TIC?*”. Luego, el de introducción tiene algunas respuestas menos y le sigue el desarrollo de la clase, con la distinción de que allí

se ubica también el momento de la ejemplificación (un docente planteó que las usa para los ejemplos). Por último, se encuentra la ejercitación. Cabe destacar que algunos graduados contestaron que lo utilizan en todos los momentos de la planificación, según el tema a enseñar, y en ese caso fue tomado como respuesta positiva para cada uno de ellos.

En relación con la categoría: *uso de los SM*, se presenta en la Tabla 2 la respuesta más representativa y luego una breve descripción con las demás respuestas.

Tabla 2. Uso de los SM, objetivos y secuenciación

Uso de los SM (US)	
Subcategoría	Respuesta más representativa
Objetivos formativos (US1)	Mayor visualización de los contenidos
Secuenciación de las actividades (US2)	Descripción del recurso, actividad de exploración al mismo, actividades concretas con su uso
Promoción de la MM (US3)	Graficadoras para interpretar y analizar resultados

Acerca de los objetivos formativos, la respuesta que más apareció fue la que se muestra en la Tabla 3.2: mayor visualización de los contenidos. Algunos argumentaron que con las TIC es posible visualizar mejor a los entes matemáticos abstractos. Sigue a esta respuesta la formulación de conjeturas.

También han surgido frases como: mejorar el pensamiento de los alumnos, observar regularidades, realizar gráficos exactos, argumentar o validar los resultados obtenidos, desarrollar habilidades gráficas, demostrar propiedades, explorar los contenidos, complementar y vincular procedimientos, desarrollar capacidades tecnológicas, favorecer el pensamiento crítico y trabajar los contenidos con diferentes lenguajes.

En cuanto a la secuenciación de las actividades con estos recursos, aparece como principal la exploración del material en primera instancia. Esto también se ve como *pautas* para usar los recursos tecnológicos. En varios casos plantean que se los utiliza como complemento en cada una de las partes de la unidad didáctica a enseñar y, en particular, un graduado responde que pide a sus estudiantes un informe de lo realizado con el software, ya que cree que de esa forma será difícil que olvide lo que aprendió del mismo. En un caso se argumenta que el software sea *la base* de la secuenciación, con su exploración primero, luego la exploración del contenido y, por último, la obtención de conjeturas.

En cuanto a la incorporación de la MM en las clases, ocho de los 14 graduados respondieron afirmativamente. Luego en la pregunta sobre el complemento con algún SM y cómo lo implementan en sus clases, dos docentes no lo complementaron con algún software y el resto

sí lo hizo. Gran parte de estos graduados usaron graficadoras para interpretar y analizar resultados, luego siguieron la utilización para modelizar sistemas de ecuaciones e interpretar el conjunto solución a través del programa GeoGebra, para simular distintas soluciones en la modelización de una situación de sucesos probabilísticos, para calcular la pendiente o la ordenada de origen de una recta a través el método de regresión lineal y, por último, para entender e interactuar con modelos.

Sobre los graduados que respondieron negativamente sobre la incorporación de la MM en sus clases, se les cuestionó qué lo imposibilitaba y si lo tenían previsto en algún momento. En este caso surgió el factor tiempo, no poder salir del esquema tradicional de abordaje de los contenidos matemáticos, poca preparación sobre la MM y, por último, la inexperiencia en la carrera docente. En cuanto a si tenían previsto llevarlo a cabo en sus clases, un graduado explicita que no, otro menciona que tiene intenciones de hacerlo en un curso de ciclo superior y el resto en un futuro cercano o en el próximo año.

En una de las preguntas del cuestionario se les pidió a los graduados que compartieran la opinión sobre los beneficios que el uso de los softwares les otorga a los estudiantes y varios docentes creen que hay una mayor comprensión de los contenidos. Seguido a esto, consideran que se genera un mayor interés y una mayor atención a la clase. También aparecen respuestas aisladas, es decir, de un graduado en particular, pero no menos importantes, como: se fomenta el trabajo en grupo, se comparten reflexiones, se comparan distintas formas de ver un mismo concepto, se beneficia la búsqueda de soluciones de manera ágil, se construye cierta abstracción y pensamiento formal, se desestructura la clase, se permite otra forma de posicionamiento frente a una situación problema, se amplían horizontes y se puede poner el foco en situaciones que antes eran inadvertidas.

A partir de la descripción de las respuestas de los graduados, se percibieron varios aspectos que ameritan aportes desde el presente proyecto innovador.

Respecto a la primera pregunta varios docentes no explicitan o no pueden determinar con sus palabras los conceptos pedidos (TIC, SM y MM). Estos graduados toman como definición el significado de la sigla, pero no comentan qué entienden sobre las TIC. O mencionan que forman parte de recursos educativos, o que sirven para trabajar conceptos matemáticos, sin mayores aclaraciones.

Sobre la segunda pregunta, en términos generales, como se comentó al inicio del proyecto y se evidenció, se notó una escasa preparación en la formación inicial sobre los tres conceptos que articulan el presente trabajo. Los graduados recurrieron a tener que formarse o prepararse

en estas áreas de forma particular para complementar sus clases con los recursos tecnológicos. Cabe destacar que ninguno de los docentes menciona nada acerca de su perfeccionamiento en el abordaje de la MM.

Varios docentes comentan que, a partir de la pandemia Covid 19, donde en el 2020 las clases se desarrollaron de manera virtual, se intensificó el uso de las TIC y tuvieron que realizar su preparación de manera autónoma, a través de “prueba y error” e indagación de investigaciones, internet o tutoriales.

Cuando se comienza a analizar el uso de los SM en las clases, surgen varias cuestiones. Lo principal es que todos los graduados admiten conocer al menos uno, pero son varios los que no lo implementan. Reconocen sus beneficios, aunque no los utilicen; la mayoría coincide en que la exploración del recurso es necesaria antes de comenzar cualquier actividad y que la aplicación es el momento de la clase donde más se utiliza.

En la última pregunta, varios docentes mencionan que trabajaron MM en sus clases, pero no fueron complementados con algún SM, sin explicitar el motivo. Otro docente menciona que utilizó software para el contenido de Estadística bidimensional en la búsqueda de la pendiente u ordenada al origen a partir del método de regresión lineal, pero sin dejar en claro si lo abordó a través de la MM. En cambio, en las otras respuestas, se explicita que se utilizaron para la modelización de ciertos contenidos matemáticos.

En cuanto a lo que los limita acerca del uso como complemento de un SM, se remarca que un docente alude a que no puede “salirse del abordaje de los demás en términos tradicionales” y que tenía previsto hacerlo el año próximo. ¿Pero por qué? Además, un graduado argumenta que “el factor tiempo” influye en que no se enseñen contenidos mediante la MM. ¿Se cree que con estos recursos se necesita más tiempo para desarrollar un contenido o también se podría considerar la falta de tiempo para formarse sobre esta área de la enseñanza de la matemática?

5. Conclusiones

En esta sección se analizan los hallazgos de la presente investigación. Primero, se dan respuestas a los objetivos generales y específicos explicitados en el trabajo. Segundo, se relaciona con las investigaciones reportadas en el Estado de Coclé. Por último, se explicita el aporte innovador y posibles líneas de trabajo a futuro.

5.1. Respuesta a los interrogantes específicos

En cuanto al objetivo general de este trabajo: “analizar cuánto conocen los graduados con respecto al uso de los softwares y cómo los utilizan particularmente para la MM”, se puede decir que los graduados que han respondido el cuestionario, en su mayoría, creen tener un conocimiento medio respecto a las TIC. Consideran que, para incluirlas en sus clases, se necesita de un mayor tiempo y una mayor dedicación, con lo que no cuentan. Además, en su formación inicial no existió un espacio curricular destinado a tal fin y tampoco admiten formarse regularmente en estas cuestiones. Solo tres de ellos consideran tener un buen conocimiento al respecto. La formación de la gran parte fue dada de manera individual, extra a su formación inicial, por una necesidad de conocer. Un graduado enfatiza en que el aprendizaje del docente aquí es a través de “prueba y error”. Dos de los 14 profesores ven a la MM por fuera del uso de estos recursos, o más bien, en sus clases con MM no han usado SM. Quienes los han usado con este fin, lo hacen más que nada para poder analizar e interpretar resultados; suelen aludir a ello como: “interpretar un modelo”. Sobre aquellos que no han trabajado con la MM, se advierte que no planean hacerlo este año, sino más adelante, sin explicitar un argumento sobre los motivos de esa decisión.

Acerca del primer objetivo específico de este trabajo: “Indagar sobre qué software conocen los graduados, como así también específicamente qué conocen de cada uno, qué alcance le dan a su uso y con qué periodicidad”, el más utilizado es GeoGebra, al cual emplean para corroborar resultados y con sus herramientas principales de Geometría mediante opciones básicas. Los utilizan cada vez que un tema se los permite, en su mayoría, ya que argumentan que no todos los temas son aptos para trabajar con este tipo de recursos. Un alcance de los mismos que ha llamado la atención es tratar de considerarlos como una herramienta más en la enseñanza de la matemática, como si fuese “una calculadora” al usarlo en una instancia de examen o en una clase usual en la etapa de aplicación del contenido. Aunque la totalidad de las personas que respondieron el cuestionario explicita conocer un SM o más de uno, solo seis consideran que llevaron a cabo la enseñanza a través de la MM con ellos.

En cuanto al segundo objetivo específico: “reconocer si la utilización que los docentes les dan, forma parte de una secuencia pensada y planificada, con objetivos específicos en cada consigna”, se puede decir que la mayoría de los graduados confundieron a los objetivos formativos de la enseñanza de algún contenido matemático en particular con la utilización de un SM, con los objetivos generales al momento de utilizarlo en una clase usual. Aclarado esto, se podría decir que la mayoría considera que el uso de SM tiene como objetivo una

mayor visualización de diferentes entes matemáticos y la formulación de conjeturas. En cuanto al momento de la planificación donde más se utilizan y si forman parte de una secuencia pensada, aparece como principal el momento de la aplicación, seguido de la introducción del tema. Por otro lado, los consideran parte de las secuencias, a partir de la exploración del mismo como actividad de los alumnos, donde el docente actúa como guía de este proceso.

La respuesta al último objetivo: “idear propuestas didácticas que emplean software para realizar tareas de MM en clases de secundaria” se desarrolla en el apartado 5.3.

5.2. Relación con lo reportado en el Estado de Conocimiento

En cuanto a la relación de los hallazgos encontrados en el presente trabajo con lo reportado en el Estado de Conocimiento, puede decirse que:

Giraldo (2021) en su investigación determina que el uso de herramientas tecnológicas fortalece habilidades en dos sentidos: desarrollo de habilidades mediante la MM y el uso de conceptos matemáticos para la solución de problemas cotidianos. Por otro lado, el investigador concluye que se generan espacios para el desarrollo de actividades matemáticas y, además, que motivan la participación de los estudiantes. En esta investigación se ha determinado que una de las habilidades que se destaca con el uso de SM en las clases de matemática es la mayor visualización de los contenidos matemáticos y, en segundo lugar, la formulación de conjeturas. Y junto con la promoción de MM se ha determinado que las competencias que se fomentan son la interpretación y análisis de resultados. Como beneficios por parte de los estudiantes, se ha reportado que brinda una mayor comprensión, interés y atención de los contenidos matemáticos. Se podría decir que se fomentan habilidades mediante la MM a través del uso de SM solo en el momento de la interpretación y análisis de resultados. Asimismo, no se ha indicado el uso de conceptos matemáticos para la solución de un problema. En cuanto a la generación de espacios para el desarrollo de actividades matemáticas, los docentes graduados coinciden que brindan una mayor comprensión, interés y atención de los contenidos matemáticos por parte de los estudiantes.

Por otro lado, las investigadoras Arroyo et al (2016), en el desarrollo del curso online para docentes tanto de escuelas públicas como privadas, destacan que los docentes se han tomado un momento de reflexión en cuanto al uso del GeoGebra para la mejora de la enseñanza de la matemática y lograr diferenciarlo de una calculadora o una graficadora común. Esto ha surgido en este trabajo, ya que algunos de los graduados encuestados plantean que “no se

sienten preparados” para trabajar con software en sus clases o bien que se necesita “un muy buen nivel de detalle” para llevar a cabo una clase con estos recursos. Es decir que, al ser encuestados, pueden reflexionar sobre su práctica con la inclusión de los mismos y reconocer qué es lo que no les permite realizar una secuencia mediante esta práctica. Un docente plantea que utiliza estos recursos en la ejercitación para que los alumnos vean que la pueden usar como una herramienta más a disposición de ellos, como lo es la calculadora. Se interpreta que el mismo tiene intenciones en considerarlos en el mismo nivel para el uso de sus estudiantes, pero entiende cuáles son sus diferencias y las puede aprovechar.

Se encuentra una relación con el trabajo de Moreno et al (2021) en cuanto a los errores que han manifestado los estudiantes en la especialidad de Matemática del Máster en Formación de Profesorado de secundaria en la tarea de MM. En su investigación han determinado dos tipos de errores; uno tiene que ver con la familiaridad del estudiante con el proceso de modelización y otro, con la aplicación del contenido matemático. En los hallazgos de la presente investigación, los graduados, por un lado, consideran a la MM como: vía, proceso, aplicación, estrategia para la enseñanza de la Matemática, y por otro lado, en la promoción de la MM a través de un SM, han manifestado que solo utilizaron graficadoras para interpretar y analizar resultados. Se advierte, así, que el concepto de MM se presenta confuso y muy variado en el vocabulario de los graduados; por ende, posiblemente consideren a MM en sus planificaciones e implementaciones de distintas formas.

Cruz, Esteley et al (2020) trabajan en el diseño y organización de una propuesta en torno a los procesos de MM con el propósito de buscar la reproducción en el aula de actividades propias del quehacer matemático. Los estudiantes del Profesorado que participan logran apropiarse del proceso de MM de naturaleza intramatemática. Se evidencia un trabajo con MM centrado en los objetos de la disciplina y se ve como una posibilidad de que surjan conocimientos, tanto matemáticos como tecnológicos. Sin dejar de entender las diferencias que se presentan entre los estudiantes de nivel medio y de nivel superior, se puede decir que esto fue mencionado por los docentes encuestados en los beneficios que puede traer el uso de estos recursos y la MM en las clases, ya que respondieron que la principal ganancia es la mejora de la comprensión y la mayor atención, pero también han rescatado que se obtiene cierta habilidad gráfica y que se utilizan con el principal objetivo de visualizar entes matemáticos abstractos.

En la investigación de Cruz, Mántica et al (2020) futuros profesores en Matemática transitan un proceso de MM al resolver una situación real. Se concluye que esto les permite a los

estudiantes movilizar conocimientos previos, tomar decisiones y asumir una postura crítica frente a la situación a modelizar, además de la construcción de conocimientos. En este trabajo se puede mencionar que los graduados encuestados responden a esto último como un objetivo formativo, al plantear que los recursos junto con la MM pueden favorecer el pensamiento crítico. Además, consideran a los SM como un aporte que permite a los estudiantes argumentar y validar los resultados obtenidos, como así también junto con la MM explorar los contenidos previos. Asimismo, uno de los encuestados determina que la MM permite una mayor interacción con el modelo y, por lo tanto, un mayor entendimiento del mismo.

En la investigación de Gallart et al (2019), se focaliza sobre la modelización MM en las escuelas secundarias. En su trabajo ha determinado que el principal problema que se presenta para trabajar con la MM en las aulas es la falta de ayuda y orientación al docente en la implementación de este tipo de actividad y que le permita reconocer cuáles son sus objetivos, su encare dentro del currículum, cómo realizar su evaluación o qué metodología utilizar. El autor concluye que es realmente un reto para el docente llevar esta modalidad de trabajo en las clases. Este problema se ha manifestado en esta investigación en cierta medida a través de las palabras “falta de preparación o experiencia” en las respuestas de los graduados, que limita el trabajo de la MM con SM en sus clases. Por otro lado, el factor tiempo no beneficia al docente para poder trabajar de esta manera.

5.3. Aporte innovador y posibles líneas de trabajo a futuro

A partir de este proyecto innovador se puede incentivar a esos graduados que *conocen pero no utilizan* con ideas o propuestas, que nazcan de sus colegas o de nueva bibliografía; para aquellos que *solo implementan estos recursos en el momento de aplicación*, ideas nuevas para hacerlo desde la introducción (en función al contexto y si el tema a enseñar lo permite); al mostrar además los beneficios y el cumplimiento de ciertos objetivos formativos de quienes los utilizan. A raíz de esta investigación sobre los conocimientos de los graduados sobre el uso de los SM en la MM, surge la necesidad de proponer un taller de capacitación para brindar herramientas y conocimientos sobre los tres ejes que articulan el trabajo: TIC, SM y MM. Este motivo se da porque en las respuestas de los graduados se presentaron varios sesgos sobre qué conocen y cómo trabajar la MM con un SM en un curso del nivel secundario. Por otra parte, los mismos docentes explicitan que tuvieron la necesidad de requerir capacitaciones acerca de lo mencionado.

En este taller se pretende, en primer lugar, poder conceptualizar las nociones de TIC, SM y MM para poder analizar las similitudes y diferencias de las mismas. En segundo lugar, se dará espacio a la exploración de distintos SM, con la intención de reflexionar acerca de sus utilidades en las clases de matemática. En tercer lugar, se les propondrá a los participantes, actividades sobre la implementación de la MM en un curso de secundaria. En última instancia, se les pedirá a los docentes que planifiquen una secuencia didáctica de un contenido matemático que se trabaje la MM con algún SM que ellos consideran. Esta propuesta tiene la intención de realizarse de manera grupal, ya que se considera que enriquece el trabajo del taller. Este proyecto se considera innovador en el sentido en que se partió de una inquietud en que se requería una profundización sobre aquellos conocimientos de los graduados acerca del uso de los SM en el trabajo de la MM en el nivel secundario. Se estudiaron esos conocimientos con la intención de poder dar un diagnóstico sobre qué SM conocen, en qué contenidos matemáticos los utilizan, con qué objetivos formativos, cómo trabajan la MM y si lo complementaron con algún SM. Este análisis permitió poder conocer un poco a los graduados y, a partir de ello, se propone un taller con la intención de poder capacitar y brindar herramientas sobre esta cuestión a esos docentes.

A partir de lo expresado, se considera como una posible línea de trabajo la implementación del taller con la planificación de los módulos explicitados anteriormente. En paralelo, se recolectará información sobre los desempeños de los participantes para una nueva investigación sobre este taller.

5.4. Compromiso Social Universitario

La realización de este proyecto innovador en Educación en Matemática busca promover el compromiso social universitario, tal como se expresa en la Declaración de la Conferencia Mundial de Educación Superior (1998), en consonancia con una formación universitaria que fomente “ciudadanos bien informados y profundamente motivados, provistos de un sentido crítico y capaces de analizar los problemas de la sociedad, buscar soluciones para los que se planteen, aplicar estar y asumir responsabilidades sociales” (p.164). En este sentido, uno de los aspectos centrales del compromiso social universitario es buscar la consolidación de Universidades con las problemáticas latentes de la sociedad.

A partir de lo mencionado, el aporte innovador del presente trabajo contribuye en relación con tres aspectos a la sociedad. El primer aspecto está relacionado con la promoción del trabajo de la MM en las escuelas secundarias, como una alternativa de estrategias de

enseñanza a través de situaciones problemáticas. El segundo aspecto es la integración de un SM en las propuestas curriculares y está complementado con el trabajo de la MM. Y, como último aspecto, promover la formación y el perfeccionamiento de la práctica docente con respecto al uso de las TIC.

Referencias bibliográficas

- Achilli, E. (2008). *Investigación y Formación Docente*. Laborde.
- Alvarado Sánchez, J. y Soto Munguía, J. (2020). Una metodología para el diseño de secuencias didácticas para la Educación Matemática. En P. Balda, Paola, M.M. Parra y H. Sostenes (Eds.). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (pp.356-367). Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. <http://funes.uniandes.edu.co/22412/>.
- Arroyo, P., Bambace, M., Cornacchione, A. y Walsh, P. (2016). Enseñar y aprender con GeoGebra, otra mirada de la matemática. En *Actas del 6° Congreso Uruguayo de Educación Matemática* (pp.211-220). Sociedad de Educación Matemática Uruguay. <http://funes.uniandes.edu.co/18049/>.
- Balacheff, N. (2000). *Procesos de prueba en los alumnos de matemáticas*. Una empresa Docente.
- Balderas, A. (2002). *Didácticas de las matemáticas en Internet. Comunidades educativas y ambientes virtuales: Situación actual y perspectiva*. <http://informaticaeducativa.com/coloquios/mesas/tres/angel/didactica.html>.
- Blomhøj, M. (2004). Mathematical modelling - A theory for practice. En B. Clarke, D. Clarke, G. Emanuelsson, B. Johnansson, D. Lambdin, F. Lester, A. Walby y K. Walby (Eds.). *International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics. National Center for Mathematics Education* (pp.45-159). National Center for Mathematics Education of Gothenburg University.
- Cabrera, M. y Fernández, C. (2021). *Metodología para la enseñanza de la geometría del espacio con empleo de medios tecnológicos* [video]. YouTube. <https://youtu.be/HfY9zgHsyQo>.
- Consejo Interuniversitario Nacional (2013). *Estándares para la Acreditación de los Profesorados Universitarios en Ciencias Exactas y Naturales. Resolución 856/13*. CIN.
- Cruz, M., Esteley, C. y Scaglia, S. (2020). Una experiencia de formación para futuros profesores: producir matemática en un contexto de modelización matemática vinculada con fenómenos geométricos. *Educación Matemática*, 32(1), 193-220. <https://doi.org/10.24844/EM3201.09>.
- Cruz, M., Mántica y A., Gallo, M. (2020). Experiencia de modelización matemática llevada a cabo con futuros profesores. *Números*, 103, 13-28. http://sinewton.es/revista_numeros/103/.
- Delorenzi, O. (2008). Biografía Escolar: ¿Determinante de las Prácticas Docentes o punto de partida para su construcción? *Voces de la Educación Superior*, (2), 1-8. http://servicios.abc.gov.ar/lainstitucion/revistacomponents/revista/archivos/voces/numero01/ArchivosParalmpimir/1_.pdf
- Gallart, C., García Raffi, L. y Ferrando, I. (2019). Modelización Matemática en la Educación Matemática: manual de uso. *Modelling in Science Education and Learning*, 12(1), 71-85. <https://doi.org/10.4995/msel.2019.10955>.
- Giraldo, Y. (2021). Diseño metodológico para la enseñanza de la Modelación Matemática con Ecuaciones Lineales mediadas por las TIC [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79271>.
- Juan, A. y Bautista, G. (2001). *Didácticas de las matemáticas en enseñanza superior: La utilización de software especializado*. UOC. <https://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0107030/mates.html>.
- Hernandez, R., Fernandez, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). Mc Graw Hill.
- Lopez, O. (s/f). *Software Matemático*. UDEC. <http://www2.udec.cl/~ociellopez/software1.html>.
- Meza, A. y Cantarell, L. (2002). Importancia del manejo de estrategias de aprendizaje para el uso educativo de nuevas tecnologías de información y comunicación en educación. *Mística*. https://funredes.org/mistica/castellano/ciberoteca/participantes/docuparti/esp_doc_71.html.

- Montiel, N. (2008). Tecnologías de Información y Comunicación para las organizaciones del Siglo XXI. *Revista del Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales*, 5(1), 77-86. <http://ojs.urbe.edu/index.php/cicag/article/view/453>.
- Moreno, A., Marín, M. y Ramírez Uclés, R. (2021). Errores de profesores en matemáticas en formación inicial al resolver una tarea de modelización. *PNA*, 15(2), 109-136. <https://doi.org/10.30827/pna.v15i2.20746>.
- Sadovsky, P. (2005). *Enseñar Matemática Hoy. Miradas, sentidos y desafíos*. Libros Del Zorzal.
- Ministerio de Educación de Santa Fe (2014). *Diseño Curricular. Educación Secundaria Orientada*. <https://www.santafe.gov.ar/index.php/educacion/content/download/218364/1135170/file/Anexo%20III%20Resol%202630-14.pdf>.
- Veytia Bucheli, M.G. (2016). Las TIC como objeto de estudio en las investigaciones de los alumnos de Posgrado en Educación. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(6). <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/620>.