

ISSN 2953-4046

Proyectos
nnovadores
en **Educación Matemática**

Vol. 3



Año 2024



Editorial
Asociación de Profesores de la Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería
de la Universidad Nacional de Rosario

Dra. Elina Mancinelli	Directora de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales
Dr. Ariel Lombardi	Director del Departamento de Matemática
Lic. Mariela Cirelli	Directora del Profesorado en Matemática
Dra. Natalia Sgreccia	Docente del Seminario Proyectos Innovadores en Educación Matemática Directora Editora de la Publicación
Prof. Sabrina Grossi	Diseño del Logo

Índice

<u>Presentación</u>	
<i>Natalia Sgreccia</i>	1
<u>Introducción</u>	
<i>Elena Gasparri</i>	2
<u>Micro-sociedad matemática al interior del aula en el Nivel Secundario. Implementación de una propuesta</u>	
<i>Ezequiel Calore</i>	3
<u>Uso crítico de herramientas tecnológicas en el trayecto de la formación de docentes de Matemática. El caso de la FCEIA - UNR</u>	
<i>Mailén Dimenna</i>	48
<u>El ChatGPT y sus aportes en la enseñanza de Matemática en el Nivel Secundario</u>	
<i>Naibi Moya</i>	87

Presentación

Dra. Natalia Sgreccia
sgreccia@fceia.unr.edu.ar
Docente del Seminario

Es un gusto presentar el tercer volumen de la presente publicación, relativa a Proyectos Innovadores en Educación Matemática, que compila los trabajos de cierre de carrera del Profesorado en Matemática (Departamento de Matemática de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario) que han sido producidos durante el año 2023.

En esta edición participan tres futuro/as profesor/as quienes, a partir de cuestionar sus propias vivencias en el trayecto articulador de la Práctica Profesional Docente, se van disponiendo como profesionales críticos de estos tiempos y con miras a seguir expandiendo su desarrollo profesional en las décadas venideras.

En efecto, se hilvanan innovaciones situadas que procuran recrear las microsociedades científicas en el nivel secundario al resolver problemas con razones trigonométricas; también, se estudian las posibilidades de las tecnologías digitales en la formación inicial y desempeño docente, en términos generales, así como en torno a aplicaciones de la Inteligencia Artificial para implementar en aula.

Como años precedentes, las innovaciones fueron compartidas a la comunidad educativa de la Facultad a través de una Jornada Institucional de Socialización de Cierre de Trayectos, llevada a cabo junto a la actividad curricular con modalidad residencia de cuarto año denominada Práctica Profesional Docente IV. Al mismo tiempo, la materialización de este volumen, disponible en acceso abierto a través del Repositorio Hipermedial de la Universidad Nacional de Rosario, abre canales hacia a un público más amplio.

Proyectos Innovadores en Educación Matemática, con modalidad Seminario dado el dinamismo y profundidad con que se concibe (Resolución Consejo Superior 027/2018), se ubica como cierre de la carrera Profesorado en Matemática. Acorde a ese marco, su contenido es flexible y se inscribe en asuntos concernientes a la enseñanza, el aprendizaje y/o la evaluación de saberes matemáticos. Precisamente, se hace eco del compromiso social universitario a través de la ideación de proyectos de intervención en ámbitos específicos que se disponen a abordar necesidades emergentes y subyacentes de Práctica Profesional Docente en Matemática.

Es por ello que en este contexto se alienta a las/os futuras/os profesoras/es en Matemática a ser partícipes de su tiempo en los ámbitos de incidencia de su labor. Hacerlo con, para y por otras/os es parte de su tarea como graduada/o de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. Alentamos la generación y sostenimiento de proyectos vivos de este tipo.

Introducción

“Aprender para transformar el mundo”, sería un buen título para este nuevo volumen de proyectos surgidos del Seminario de “Proyectos Innovadores en Educación Matemática”, que se suma a los anteriores, promoviendo la reflexión sobre la enseñanza de la Matemática en contexto; poniendo en valor las capacidades y saberes previos tanto individuales como colectivos e institucionales.

En esta oportunidad se presentan tres proyectos que representan experiencias de incorporación de nuevas tecnologías, desde una perspectiva crítica, a la enseñanza y aprendizaje de la Matemática, teniendo en cuenta los nuevos escenarios y herramientas de construcción de conocimientos e interacción social de los mismos.

Asimismo en ellos se aborda la promoción de aprendizajes significativos a partir del reconocimiento de saberes previos y la resolución de problemas concretos. Centrados en la generación de pensamiento crítico y la resolución de problemas, este ejemplar promueve la reflexión sobre didácticas que posicionan a los docentes en el rol de habilitadores de encuentros necesarios entre saberes existentes y nuevos conocimientos sobre Matemática para la resolución de problemas desde una perspectiva significativa.

La enseñanza de la Matemática se convierte, así, en un conjunto de estrategias didácticas innovadoras que se reconfiguran constantemente en virtud de la formación de ciudadanos y ciudadanas capaces de transformar el mundo.

Dra. Elena Gasparri

Secretaria del Área Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo

Universidad Nacional de Rosario

Micro-sociedad matemática al interior del aula en el Nivel Secundario. Implementación de una propuesta

Mathematical micro-society inside the classroom at the High School. Implementation of a proposal

Ezequiel Calore
ezequielcalore@hotmail.com

Resumen

Este trabajo contempla el diseño, implementación y análisis de una unidad didáctica llevada a cabo en un tercer año del Nivel Secundario de la ciudad de Rosario, Argentina. La propuesta está basada en el concepto de micro-sociedad científica en el aula, introducido por Guy Brousseau (1986) y promovido por los documentos ministeriales de la provincia, aunque por lo general, olvidado en la práctica. Se proponen actividades de trabajo colectivo que giran en torno a la Resolución de Problemas no triviales donde los estudiantes desempeñan el rol de pequeños matemáticos. A través del registro anecdótico, cuestionarios abiertos y el análisis documental de producciones, se estudian las diferentes habilidades matemáticas que se ven activadas en la implementación como así también las características del trabajo en el aula y la respuesta de los estudiantes a la propuesta desde un dominio afectivo.

Palabras clave

Microsociedad científica. Trabajo colectivo. Comunidad matemática. Implementación. Pequeños matemáticos.

Abstract

This work encompasses the design, implementation, and analysis of a didactic unit carried out in the third year of High School Education in the city of Rosario, Argentina. The proposal is based on the concept of a scientific micro-society in the classroom, introduced by Guy Brousseau (1986) and promoted by state-level ministerial documents, although generally overlooked in practice. Team work activities are proposed that include the resolution of non-trivial problems, where students take on the role of little mathematicians. Through anecdotal records, open questionnaires, and documentary analysis of productions, different mathematical skills activated in the implementation are studied, as well as features of classroom work and students' response to the proposal from an affective domain perspective.

Keywords

Scientific micro-society. Team work. Mathematical community. Implementation. Little mathematicians.

1. Presentación

A lo largo de esta primera sección, se aborda la problemática actual que motiva el presente proyecto. Además, se explicitan los interrogantes generales y específicos como así también los objetivos correspondientes. Finalmente, se reporta un estudio de antecedentes en materia de investigación vinculada a nuestro tópico de los últimos años.

1.1. Problemática

El actual Diseño Curricular del Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe (2014) (DCJ) plantea, con relación a la enseñanza de la Matemática, la necesidad de “un trabajo áulico que propicie una actividad a la manera de micro-sociedad científica” (p.48). Con estas palabras, se hace referencia a un trabajo en el cual se problematice el contenido y los estudiantes actúen como “pequeños matemáticos”, con oportunidades para interpretar información, establecer relaciones, conjeturar, elegir y construir un modelo para resolver los problemas, comunicar en forma oral y escrita, argumentar acerca de la validez de los procedimientos y resultados, y elaborar conclusiones, para posibilitar la producción de conocimientos.

Son muchos los referentes que sustentan esta dirección en la enseñanza de la Matemática. Si nos remitimos a la Didáctica Fundamental, desde la perspectiva de Brousseau (1986), la clase se concibe como un espacio de producción donde las interacciones sociales son condiciones necesarias para la emergencia y la elaboración de cuestiones matemáticas. En ese marco, se propicia que el trabajo intelectual del alumno sea, en ciertos momentos, comparable a la actividad científica, en el sentido que puedan redespertar y descontextualizar el saber, para volverlo aplicable a otros contextos. Se postula, en el encuadre de la Teoría de Situaciones Didácticas (TSD), que para hacer posible una actividad de este tipo, el profesor imagine y proponga a los alumnos situaciones que ellos puedan vivir y en las cuales los conocimientos se descubran como la solución óptima.

Por otro lado, desde la corriente de Resolución de Problemas (RP), también se promueve un trabajo del estudiante similar al del matemático que se enfrenta a un problema. Polya (1973) considera formar en los estudiantes buenos resolutores de problemas, y describe cuatro etapas para esa actividad matemática que sucede en el aula: comprensión del problema, elaboración de un plan, ejecución y verificación de la solución obtenida.

Sin embargo, pese a ser una cuestión establecida por ley y con un buen respaldo teórico, no se ve realmente un trabajo de este tipo en las aulas del Nivel Secundario. Menos aún, nos encontramos

con la típica clase tradicional de Matemática, estructurada del siguiente modo: el docente expone la teoría y, seguido de eso, los estudiantes resuelven una buena cantidad de ejercicios para mecanizar técnicas que luego replicarán en la evaluación escrita. Este tipo de enseñanza, no solo no se adapta a los documentos que actualmente la regulan, sino que, además, acaban por presentar a la Matemática como una ciencia rígida y estática, donde todo se reduce a resolver ejercicios mediante la aplicación de algoritmos conocidos.

Sabemos que muy lejos se encuentra esto último de la actividad matemática real. El DCJ menciona que se concibe a Matemática como un producto cultural y social. Entiende que el *hacer matemática* es un trabajo de modelización cuyo motor es la Resolución de Problemas. En ese hacer del estudiante, aparecen varias facetas que van más allá de la mera resolución de ejercicios. El estudiante se comporta como un “pequeño matemático” en acción que, en sociedad, interpreta un problema, elabora diferentes conjeturas, investiga, descarta posibilidades y, finalmente, a veces, lo resuelve.

Por todo esto, consideramos que es necesario atender a la efectiva puesta en marcha de un trabajo concreto en el aula como el que se plantea desde el DCJ. Un aspecto que no queremos dejar de tener en cuenta, es el componente afectivo emocional del estudiante en el aprendizaje de la Matemática. Con esto, nos referimos al papel que juegan las creencias transmitidas como así también los sentimientos hacia la disciplina y a los diferentes estilos de enseñanza. Estos factores pueden constituirse en obstáculos o bien en vehículo para el desarrollo de una propuesta como la que planteamos.

1.2. Interrogantes

De acuerdo a lo desarrollado, planteamos el interrogante general: ¿cómo podemos implementar una propuesta donde se lleve a cabo un trabajo en el aula a la manera de micro-sociedad matemática, en el Nivel Secundario?

Con foco en cuestiones específicas, nos preguntamos:

- (11) ¿Cuáles de las habilidades mencionadas por el DCJ se ven activadas durante el proceso y cuáles no?
- (12) ¿Cómo se desarrolla ese trabajo a la manera de micro-sociedad científica a lo largo de la implementación?
- (13) En términos del dominio afectivo en la Resolución de Problemas, ¿cómo responde el estudiante del Nivel Secundario a una propuesta del estilo?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Elaborar, implementar y analizar una propuesta donde se lleve a cabo un trabajo en el aula a la manera de micro-sociedad matemática, en el Nivel Secundario.

Objetivos específicos

(O1) Determinar las habilidades mencionadas por el DCJ que se ven activadas en la efectiva implementación y en qué medida.

(O2) Caracterizar el desarrollo de ese trabajo a la manera de micro-sociedad científica a lo largo de la implementación.

(O3) Describir en términos de dominios afectivos en la Resolución de Problemas, la respuesta del estudiante del Nivel Secundario a una propuesta del estilo.

1.4. Antecedentes

A continuación, reportamos un estado de conocimiento a partir de la búsqueda en los portales Dialnet y Google Scholar de publicaciones pertenecientes a la última década, vinculadas a nuestro tópico de trabajo. Para lograr una delimitación pertinente de publicaciones de interés, se estructuró la búsqueda en torno a ciertos términos clave que representan el núcleo central de la problemática desarrollada en la sección 1.1; entre ellos: *comunidad, grupos, interacción, sociedad científica, aula, Matemática y Argentina*. De ese modo, en relación con los términos clave de búsqueda “comunidad”, “aula” y “Matemática”, encontramos lo siguiente.

Radford (2023) se pregunta: *¿cómo lograr un aprendizaje colectivo en el aula de Matemática?* Plantea algunas ideas sobre lo que se entiende por aprendizaje colectivo y se contrapone a la idea de que la cercanía espacial entre los estudiantes durante el desarrollo de una actividad es una condición suficiente para lograr este tipo de aprendizaje. En busca de caracterizar el aprendizaje colectivo, describe el tipo de actividad en que sería propicio que participen los estudiantes: propuestas direccionadas hacia la satisfacción de una necesidad colectiva.

Ofrece un ejemplo concreto de una propuesta de aprendizaje colectivo, en el contexto de un 3er y 5to grado del Sistema Educativo de Brasil (estudiantes de 8-9 y 10-11 años respectivamente), donde se trabaja con resolución de ecuaciones lineales en una variable. El objeto común al que se quiere llegar es un método para resolver ecuaciones de ese tipo. Los estudiantes trabajan en grupos en torno a la ecuación “ $3n + 1 = n + 5$ ” que representan mediante un material didáctico concreto, sin utilizar, en principio, la expresión alfanumérica. La actividad busca que los estudiantes encuentren la manera de resolver estas ecuaciones por un proceso de simplificación,

“operación a ambos miembros de la igualdad”. Al trabajo en equipos, le siguen momentos de intercambio con el docente y luego con los demás grupos. Introducida la representación alfanumérica para la ecuación, el objetivo es detallar un método para la resolución de la ecuación.

La propuesta intenta abrir un espacio para el aprendizaje colectivo a partir de relaciones sociales que mantienen a los estudiantes comprometidos con lo que se hace y dice, independientemente de las contradicciones, de los enfrentamientos de ideas y de las diferentes concepciones que puedan tener. Concluye, así, que la actividad de enseñanza y de aprendizaje colectiva tiene que estar direccionada hacia el encuentro con un objeto cultural de aprendizaje común y estar basada en relaciones sociales amparadas en una ética comunitaria.

Bajo los términos de búsqueda clave “grupos” e “interacción”, hallamos una tesina de pregrado donde Vicuña Valdés (2016) trabaja con la TSD en la enseñanza de la geometría; particularmente, en criterios de congruencia de triángulos. En dicho artículo, reporta la implementación de una unidad didáctica en un primer año de secundaria de una institución educativa de la comuna de Las Condes, Santiago, Chile. A lo largo de la fundamentación de su proyecto, rescata la importancia de las interacciones sociales, como condición necesaria para el trabajo en el aula.

En una descripción del contexto donde implementa la propuesta, menciona que el colegio es pago y que su enfoque pedagógico es la educación personalizada. Sobre el curso, relata una buena predisposición hacia el aprendizaje de la Matemática, donde los estudiantes participan activamente si se los convoca y no tienen vergüenza o temor de consultar sus dudas si no han comprendido.

En el análisis de la implementación de la unidad, esboza algunas cuestiones que podemos vincular con el trabajo como micro-sociedad científica. A partir de un problema sobre una empresa que construye ventanas y el encargo de una ventana triangular de ciertas características, los estudiantes se disponen en grupos de cuatro personas en la elaboración de conjeturas sobre varios enunciados. Uno de ellos indaga sobre las condiciones mínimas que se tienen que especificar en el pedido para que no haya dudas sobre la ventana que se pide construir. En ese trabajo grupal y de producción, se reporta que el 50% de los grupos logran formular las conjeturas esperadas.

El trabajo grupal fue un aspecto distinto para los estudiantes, acostumbrados habitualmente a otra metodología, lo cual se tradujo en algunas complicaciones en el proceso de validación. Los tiempos pensados se excedieron y, en ese contexto, fueron las preguntas del docente que guiaban la validación las que permitieron a los estudiantes comprender el proceso que acababan de

concluir. Menciona que “la institucionalización tuvo lugar en este ambiente de fin de trabajo grupal, con bastante ruido quedando muy poco tiempo de clase” (p.15). Destaca la incertidumbre de los estudiantes en relación con la aplicabilidad de las actividades desarrolladas, lo cual hizo necesario que, en la siguiente clase, retomara la institucionalización de los criterios de congruencia y trabajen algunos ejercicios de aplicación.

En este caso, si bien las producciones grupales lograron en parte los objetivos previstos como la formulación de las conjeturas (dando cuenta de una proximidad con el ideal de micro-sociedad científica que se pretende alcanzar), esto último muestra cómo el componente afectivo emocional en la Resolución de Problemas puede presentarse como una dificultad a la hora de la implementación de una propuesta del estilo.

Con la incorporación del término “Argentina” a la búsqueda, en un contexto más similar al nuestro y bajo las mismas leyes que regulan la actividad escolar, Mántica y Carbó (2016) dan cuenta de un estudio de los procesos de formulación y validación de conjeturas en estudiantes de secundaria que trabajan en interacción con pares. Implementan una propuesta con un curso de segundo año del Nivel Secundario, en una escuela de la ciudad de Santa Fe, Argentina. La secuencia diseñada apunta a que los estudiantes conjeturen y validen la propiedad de la desigualdad triangular de los lados del triángulo. En cuanto al marco teórico, se apoyan en los estudios de Balacheff (2000; citado en Mántica y Carbó, 2016) sobre formulación y conjetura en interacción con pares, como así también en los constructos de explicación, prueba y demostración, para fundamentar la propuesta y el análisis de su implementación.

Proponen que, en primera instancia, los estudiantes trabajen en una tarea asignada por el docente en forma individual y luego, se conforman los grupos con el propósito que se debatan las conjeturas elaboradas en forma individual y se logre una justificación grupal. El objetivo de la tarea es que los estudiantes logren enunciar la desigualdad triangular. Una primera consigna, a partir de la cual estructuran el análisis de lo logrado por cada grupo, se presenta en la Figura 1.1.

Consigna:

*Dados estos dos segmentos, usando la _____
 regla no graduada y el compás, _____*

a) Construye un triángulo. b) Construye otro triángulo, distinto del anterior, con esos mismos dos segmentos. c) ¿Cuántos triángulos diferentes se puede construir? ¿Por qué?

Figura 1.1. Consigna de actividad implementada

Se busca aquí que los estudiantes puedan explorar, conjeturar y argumentar sobre la infinitud de triángulos que tiene por lados a dos segmentos dados.

En el análisis describen las producciones de cada grupo e identifican los principales obstáculos presentados y la interacción entre los estudiantes. Algunos de los obstáculos que aparecieron fueron la densidad de los números reales, la idea de que un conjunto acotado no puede ser infinito y la clasificación de los triángulos para dar una respuesta. Respecto al intercambio entre los estudiantes, mencionan que permitió modificar el tipo de validación realizada; lo cual, en general, conllevó a un avance en el tipo de prueba. Particularmente, cuatro grupos tienen una experiencia crucial en el intercambio. Logran avanzar en el tipo de prueba para validar su conjetura, uno de ellos a un experimento mental y los otros tres a un ejemplo genérico, a través de argumentaciones para convencer al resto del grupo de sus ideas.

Concluyen respecto al trabajo en sociedad: “Consideramos que hubo buenos momentos de interacciones entre pares que permitieron el avance sobre el tipo de argumentación utilizada para fundamentar las afirmaciones” (p.97).

Las investigaciones reportadas dan cuenta de diferentes implementaciones en el aula donde la participación de los estudiantes y el trabajo en comunidad juegan un rol central. Si bien el término “micro-sociedad científica” es muy específico y esto acota los resultados de la búsqueda, el aprendizaje en interacción con los pares y el recorrido de conjeturar, argumentar y validar en el aula son temas vigentes en Educación Matemática. No obstante, ninguno de los trabajos antes reportados tiene por objetivo principal replicar el trabajo de la comunidad matemática dentro del aula y medir la fidelidad o proximidad de la experiencia lograda con un modelo ideal. Esto nos muestra, dentro del tópico de estudio, una vacancia donde poder dar nuestro aporte.

2. Marco teórico-referencial

Las nociones fundamentales abarcadas por esta temática son el modelo de la microsociedad científica como articulador del trabajo en el aula, las habilidades matemáticas que el estudiante desarrolla en la clase y que caracterizan dicha impronta, y por último, los componentes emocionales o afectivos que dicen presente en la relación intelectual del estudiante con el conocimiento matemático y su enseñanza. En lo que sigue, desarrollamos cada una de ellas.

2.1. Microsociedad científica

El concepto de microsociedad científica es acuñado por Guy Brousseau (1986), en referencia al tipo de trabajo que, desde la Didáctica Fundamental, se apunta a promover en el aula de Matemática.

Brousseau entiende que saber Matemática no es solamente aprender definiciones y teoremas para reconocer la ocasión de utilizarlos y aplicarlos, saber Matemática implica ocuparse de problemas. Incluso, resolver problemas es solo una parte del trabajo matemático. Tan importante como eso, es encontrar buenas preguntas. En ese sentido, una buena reproducción por parte del alumno de una actividad matemática exigiría que actúe, formule, pruebe, construya modelos, lenguajes, conceptos, etc.

Esto último tiene sus implicancias sobre el trabajo del profesor, es decir, sobre lo que significa enseñar conocimientos matemáticos. Se trata de hacer posible que los alumnos desarrollen con dichos conocimientos una actividad matemática como la descrita anteriormente. Para lograr esto, el profesor tiene que ser capaz de imaginar y proponer situaciones en las cuales los conocimientos matemáticos afloren como una solución óptima y posible de ser descubierta a partir de los problemas planteados.

Una idea central en esta teoría es que, para cada conocimiento o saber matemático, existe una situación o conjunto de situaciones que el docente puede construir para trabajar con sus alumnos. Crippa *et al.* (2008) mencionan al respecto: “una situación comprende, como mínimo, un sujeto (y, entonces, sus conocimientos) y un medio, sistema antagonista del sujeto, al cual él se confronta” (p.97). Las relaciones que se tejen entre el sujeto y el medio son tales que, aquel conocimiento al que se apunta, es necesario para su realización o mantenimiento.

Brousseau (1994) define la situación a-didáctica como una situación en la cual el alumno se involucra como investigador de un problema matemático, de forma independiente al sistema de enseñanza. Aprender un conocimiento matemático significa, entonces, adaptarse a una situación a-didáctica específica de dicho conocimiento.

Si nos detenemos un momento sobre el trabajo del investigador matemático, él, antes de comunicar lo que piensa que ha encontrado, tiene que delimitarlo. Le corresponde identificar qué de lo que ha encontrado es susceptible de convertirse en un saber nuevo e interesante para los demás matemáticos. Tiene que, además, insertar este saber dentro de los conocimientos más próximos de la estructura matemática; por lo que es necesario suprimir todas las reflexiones poco útiles, los errores y caminos equivocados, las razones de sus determinaciones y las condiciones

personales y sociales que lo han conducido a un desempeño satisfactorio. Es decir, el matemático recorre un proceso de despersonalizar, descontextualizar y destemporalizar sus resultados.

Se visualiza como favorable desde esta línea que el trabajo del profesor siga un camino inverso al del investigador. Esto es, que el profesor repersonalice, recontextualice y retemporalice los conocimientos matemáticos en unas condiciones particulares para que estos tengan sentido para el estudiante. Además, resulta oportuno adaptar cada conocimiento a una situación específica, de modo que se simule, en la clase, una microsociedad científica en donde se generen buenas preguntas y discusiones. Estas situaciones tienen por objeto dar la posibilidad a los estudiantes de encontrar autónomamente el saber que es comunicable y que el profesor ha querido enseñar; es decir, que los estudiantes puedan redespersonalizar, redescontextualizar y redestemporalizar su saber, y lo identifiquen con el saber cultural y científico de su época.

Las diferentes decisiones que el docente toma en el diseño o elección de situaciones para trabajar en el aula, responden a un sistema propio de creencias sobre lo que significa enseñar, lo que significa aprender, cuáles son los objetivos de la Educación en Matemática, entre otros aspectos. En esa línea, Camelo Bustos y Mancera Ortiz (2005) describen tres modelos según los roles y tareas del maestro y del estudiante con relación al saber puesto en juego, basándose en los aportes de Charnay (1988): normativo, incitativo y aproximativo.

Para el primero de ellos, la intención principal es la de comunicar un saber a los estudiantes. Por su parte, el modelo incitativo se caracteriza por la existencia de un flujo libre de información en el que lo principal es indagar al estudiante sobre sus intereses, motivaciones y necesidades. Finalmente, en el modelo aproximativo, se propone partir de concepciones existentes en el estudiante para “ponerlas a prueba”, mejorarlas, modificarlas o construir nuevas. Esto hace que el papel del docente sea el de imaginar, proponer y organizar situaciones que los estudiantes puedan vivir. Por su parte, el estudiante ensaya, busca, propone soluciones, construye modelos, confronta con sus compañeros, define y discute, es decir, en ciertos momentos el trabajo intelectual del estudiante es comparable a la actividad científica. Este último modelo es el que se empareja con el tipo de enseñanza que estamos pensando en el aula.

Así como el trabajo del maestro es, en el sentido que estamos planteando, inverso al del investigador, se cree conveniente que el del estudiante sea comparable con una actividad científica, en el que intervenga, formule, pruebe, construya modelos, lenguajes, conceptos y teorías, los intercambie con otros, reconozca los que están conformes con la cultura y tome los que son útiles. De esta manera, se lograría que el estudiante asuma un papel crítico y que, por

tanto, se enfrente al trabajo que se le presente autónomamente y no como una exigencia externa del maestro.

2.2. Habilidades matemáticas

En el DCJ se menciona que, a través de ese trabajo a la manera de microsociedad científica, se busca promover que los estudiantes puedan: *interpretar información* (comprender el núcleo del problema, identificar los elementos que intervienen y reconocer los datos de interés), *establecer relaciones* (vislumbrar dependencias entre variables, presencia de patrones o elementos invariantes), *conjeturar, elegir y construir un modelo apropiado* (la conjetura es un elemento central de la actividad matemática, se trata de intuir o sospechar sobre la veracidad o falsedad de cierto fenómeno), *comunicar de manera oral y escrita* (hacer público el conocimiento, compartir lo desarrollado, articular el lenguaje matemático y simbólico), *argumentar sobre la validez de los procesos o razonamientos* (lograr justificaciones lógicas con las herramientas al alcance, pudiendo en los primeros años de secundaria estar fundadas sobre la experiencia) y *elaborar conclusiones* (institucionalizar).

Las habilidades mencionadas dibujan un recorrido de la forma explorar → conjeturar → demostrar. Respecto a la demostración matemática, se trata de un concepto que ha ido mutando a lo largo de la historia; demostraciones producidas hace siglos parecen hoy vagas o poco rigurosas a los ojos de la comunidad matemática actual. Del mismo modo, matemáticos de otras épocas verían las demostraciones actuales como excesivamente estructuradas.

Por todo esto, y con la propuesta de pensar el aula como una micro-sociedad científica, no podemos pretender que en la escuela haya una concepción única de demostración y, mucho menos, que se caracterice por su fuerte rigor. Es necesario que la demostración misma sufra una transposición didáctica para llegar al aula. Adoptamos, entonces, la definición proporcionada por Balacheff (2000; citado en Mántica y Carbó, 2016), quien afirma que una prueba es una explicación aceptada por una comunidad dada en un momento dado (Larios Osorio, 2003).

Cuando hablamos de interpretar información, establecer relaciones y elaborar conjeturas, nos referimos, de algún modo, a la “cocina” de la Matemática. La demostración presentada como un producto final, descontextualizada y despersonalizada, no refleja toda la actividad matemática que permitió llegar a la misma. Ese proceso previo por el cual se atraviesa, donde se plantean conjeturas, se hacen observaciones y análisis, se aportan argumentaciones y se desarrollan conocimientos y razonamientos, resulta la parte más rica del proceso y es lo que nos proponemos lograr en el aula de Matemática.

Estas habilidades o instancias propias del trabajo matemático pueden emparejarse con las cuatro fases de la TSD. Estas son: *acción*, *formulación*, *validación* e *institucionalización*. A continuación, desarrollamos cada una de ellas:

- *Acción*. Se pone a los estudiantes en contacto con un problema, cuya solución involucra precisamente el saber que se quiere enseñar. Los alumnos toman las decisiones que hagan falta para organizar su actividad de resolución del problema. Conforman el momento de exploración e interacción.
- *Formulación*. Comunicación de información entre alumnos. Estas situaciones conllevan a que el alumno ponga de manifiesto sus modelos implícitos sobre determinados conceptos, a partir de una descripción o representación de los mismos.
- *Validación*. Momento en que intentan probar que lo que se dice es verdadero. Para ello hay que convencer a los demás de la coherencia y consistencia de las afirmaciones.
- *institucionalización*. Con foco en que el conjunto de alumnos de una clase asuma la significación socialmente establecida de un saber que ha sido elaborado por ellos en situaciones de acción, de formulación y de validación. Aquí, a partir del conocimiento de los alumnos participantes, se definen concepciones comunes a todos.

Sobre la elaboración de conclusiones, o bien la institucionalización (TSD), se trata de un momento fundamental de la clase. Sin institucionalización, las demás etapas carecen de sentido, pues la construcción del conocimiento quedaría truncada. No obstante, resulta relevante que el proceso anterior (exploración, análisis, conjeturas, comunicación, argumentación) tenga su debido lugar y las conclusiones sean presentadas de forma natural, como el final del recorrido.

Es cierto que todo podría reducirse a la institucionalización. De hecho, la enseñanza tradicional de la Matemática se basa en situaciones de institucionalización: se dice lo que se desea que el niño sepa, se le explica y se verifica que lo haya aprendido. Lo interesante, aquí, es llegar a eso a través de la creación del sentido (Brousseau, 1994).

2.3. Dominio afectivo

La Matemática juega un papel de vital importancia en las sociedades actuales, tanto para el mundo de los negocios, la ciencia y la tecnología como para la Resolución de Problemas y la toma de decisiones en la vida cotidiana. En ese sentido, su enseñanza satisface una necesidad funcional de largo alcance: prepara al ciudadano para su inserción en el mundo laboral y la continuación de estudios superiores.

Sin embargo, cuando la Matemática es trabajada en el aula, hay quienes creen que es aburrida, compleja, no digerible por todos y resulta difícil aprenderla. Suele gustar a un reducido grupo de estudiantes y tiende a ser aborrecida u odiada por otros. De ese modo, se genera frustración, angustia y aversión casi colectiva entre buena parte de los estudiantes.

Existen muchos factores que delinear el afecto que se produce hacia esta área del saber o hacia los procesos ligados a ella. Estos factores son variados, están fuertemente arraigados en los sujetos y son responsables de muchas de las acciones y comportamientos ante objetos involucrados en dicho proceso. Para referirnos a ellos, hablaremos de dominio afectivo.

El dominio afectivo en Educación Matemática engloba actitudes, emociones y creencias (McLeod, 1989). Estas variables están interrelacionadas entre sí, de forma que cada uno de estos afectos ejerce influencia sobre los otros; particularmente, las actitudes suelen estar determinadas más fuertemente por las emociones y las creencias.

Las *actitudes* hacia la Matemática se conciben como “una disposición emocional general hacia el aprendizaje matemático” o “una forma afectiva positiva o negativa de moderada intensidad y estabilidad razonable hacia las matemáticas” (McLeod, 1992, p.581). Por ejemplo, son actitudes el rechazo, la frustración, el pesimismo, como así también el fervor y el entusiasmo.

Las *emociones* se conciben como una respuesta afectiva caracterizada por una alta intensidad y activación fisiológica ante, por ejemplo, la interrupción y discrepancia entre las expectativas del sujeto y lo que experimenta. En este ámbito, Richardson y Suinn (1972) definen la *ansiedad matemática* como el “sentimiento de tensión y miedo que interfieren en la manipulación de los números y la Resolución de Problemas en una amplia variedad de situaciones tanto cotidianas como académicas” (p.551).

Las *creencias* consisten en proposiciones cuyo significado es representado, codificado y simbolizado en el sistema mental, y es tratado como cierto. Precisamente, se trata de concepciones o ideas formadas sobre la Matemática, su enseñanza, su aprendizaje y sobre sí mismo en relación con la disciplina. Es decir, conforman uno de las componentes del conocimiento subjetivo implícito del individuo sobre la Matemática y su enseñanza y aprendizaje, basado en la experiencia. McLeod (1989) señala dos categorías: las creencias acerca de la Matemática como disciplina que involucra poco componente afectivo y constituye una parte importante del contexto social, y las creencias del estudiante y del profesor acerca de sí mismo y su relación con la Matemática que comprenden un fuerte componente afectivo. Estas últimas se refieren a la confianza, el autoconcepto y las expectativas de control.

La consideración de los variados factores que configuran el dominio afectivo en la Educación Matemática ha tenido tanta relevancia que últimamente se ha connotado como clave para la descripción, el análisis, la comprensión o la explicación de muchas situaciones que suceden en el aula de Matemática. En relación con el aprendizaje de la Matemática, Gómez Chacón (2000) manifiesta que entre este y los factores del dominio afectivo existe una relación cíclica sustentada en lo siguiente:

- Cuando un estudiante aprende Matemática obtiene alguna experiencia que le puede provocar reacciones que influyen en la formación de sus creencias acerca de la Matemática y acerca de sí mismo en relación con la Matemática. Las creencias del sujeto sobre la Matemática pueden afectar su comportamiento y sus acciones en situaciones de aprendizaje y en su capacidad de aprender Matemática.
- Es posible generar tensión en aquellos estudiantes que aprenden Matemática, a través de ciertos estímulos asociados con dicha área del saber, lo cual provoca reacciones emocionales condicionadas por sus creencias acerca de sí mismo o acerca de la Matemática.
- Las reacciones emocionales en sujetos expuestos repetidamente a situaciones similares pueden automatizarse y convertirse en actitudes que contribuyen en la formación y mantenimiento de creencias.

De ese modo, vemos cómo el componente afectivo puede condicionar o tener gran influencia sobre el aprendizaje de la Matemática en los estudiantes.

3. Marco metodológico

En el presente apartado, presentaremos el marco metodológico en el cual se encuadra el proyecto, desde la elaboración, hasta la implementación y posterior análisis de la propuesta. Detallamos el enfoque adoptado y el alcance de la investigación, como así también describimos el contexto en el cual se lleva a cabo el estudio. Presentamos las técnicas e instrumentos de recolección de datos y, finalmente, las categorías de análisis que dan pie a los resultados en la siguiente parte 4 del trabajo.

3.1. Enfoque, alcance y diseño

Se adopta para este proyecto un *enfoque cualitativo* puesto que lo que se pretende estudiar son aspectos de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática, difícilmente cuantificables. No interesa hacer inferencias del tipo estadísticas sobre los resultados obtenidos sino aproximarse a

una comprensión de los mecanismos que se ponen en juego con la implementación de una unidad didáctica; en efecto, interesan las particularidades. Hablamos de procesos cognitivos, percepciones, creencias, emociones, interacciones, experiencias y vivencias manifestadas en el lenguaje de los estudiantes, ya sea de manera individual, grupal o colectiva. De ese modo, los datos se recolectan con la finalidad de hacer un análisis conceptual que nos permita esbozar respuestas a los interrogantes iniciales.

El alcance del proyecto es *descriptivo-interpretativo* ya que los objetivos del mismo giran en torno a caracterizar el desarrollo del trabajo en el aula a la manera de micro-sociedad científica, identificar las habilidades matemáticas que se ponen en juego y describir la respuesta del estudiante a propuestas del estilo que, en muchos casos, pueden resultar atípicas, especialmente por su dinámica.

Respecto al diseño del proyecto, el mismo es de *investigación acción* ya que se propone indagar sobre la eficacia, bajo ciertos criterios, de una metodología de trabajo en particular. Para ello, el camino que se toma es la acción: la implementación concreta de una unidad didáctica que intenta ajustarse a dichas características para el posterior estudio sus resultados y la elaboración de conclusiones.

3.2. Contexto y participantes

En el marco de nuestras prácticas de residencia en el taller de Práctica Profesional Docente IV del Profesorado en Matemática de la UNR, se trabaja con un tercer año del Nivel Secundario de la ciudad de Rosario. El cursado semanal es turno mañana, la división es única en todos los años y la orientación del colegio es “Bachiller en Economía y Administración”.

Respecto al espacio físico de la institución, una característica que no pasa desapercibida es el abundante espacio verde. Cada par de salones conforma una construcción independiente alrededor de un gran patio común, lo cual favorece una iluminación natural de las aulas y poca contaminación sonora externa. El aula de tercer año cuenta con dos ventiladores y la totalidad de los bancos son individuales.

La carga horaria semanal de Matemática es de 4 h cátedras, distribuidas en dos días. Los martes, en el primer módulo, de 7.30 a 8.50 h y los jueves, en el último, de 11.55 a 13.05 h. El curso se conforma por un total de 34 estudiantes (16 varones y 18 mujeres). Muestran una buena predisposición hacia el trabajo en equipos en Matemática. Sin embargo, no suele presentarse una variedad de problemas como se promueve desde la corriente de Resolución de Problemas y ese trabajo en equipo la mayor parte de las veces acaba por ser solo una cuestión de compartir

espacio físico cercano, como supo mencionar Radford (2023) en su investigación (apartado 1.4), y contrastar resultados al finalizar los ejercicios. Ninguno de los estudiantes requiere especial adaptación curricular por lo que todos avanzan, al menos teóricamente, a la par.

La unidad temática con la cual se trabaja es “Trigonometría”. Para la misma, se pretende una temporalización de 10 encuentros a lo largo de seis semanas, comprendidas entre los meses de septiembre y octubre. Tres de esas semanas son concretamente objeto de estudio para el presente trabajo (semanas 2, 4 y 5). En ellas se trabajan los contenidos que se detallan en la Tabla 1.1.

El diseño de las mismas está direccionado a generar situaciones donde el estudiante se vea posicionado en el lugar de un matemático, ya sea en escenarios de exploración y búsqueda de patrones o regularidades, como así también en la Resolución de Problemas que no son inmediatos. En la primera de ellas se apunta a descubrir un invariante que permite dar, lo que los matemáticos llaman, una “buena definición”. La segunda recrea un episodio significativo de la historia de la Matemática y da cuenta del potencial de las herramientas que se están estudiando, a la vez que posiciona al alumno frente de un problema diferente a los habituales en el aula. Finalmente, en la tercera se busca, a través de la exploración, la elaboración de una conjetura y su demostración, completando esa suerte de recorrido que caracteriza la actividad matemática.

Tabla 1.1. Actividades seleccionadas

Actividad 1	<p><i>Introducción de las razones trigonométricas en triángulos rectángulos</i> Los estudiantes construyen, con semicírculo y regla, triángulos rectángulos a partir de uno de sus ángulos agudos. Realizan mediciones para conjeturar la invarianza de las diferentes razones y dar una buena definición de las mismas.</p>
Actividad 2	<p><i>Aristarco de Samos y sus mediciones astronómicas</i> En el siglo III a.C., Aristarco de Samos estimó la relación entre las distancias de la Tierra a la Luna y de la Tierra al Sol, utilizando trigonometría. Los estudiantes recrean su trabajo y se enfrentan a la resolución de un problema no trivial.</p>
Actividad 3	<p><i>Razones trigonométricas en ángulos complementarios</i> Los estudiantes exploran regularidades en el cálculo de razones trigonométricas de ángulos complementarios para conjeturar una propiedad. Se enfrentan al desafío de esbozar una demostración matemática.</p>

3.3. Técnicas de recolección

Para llevar a cabo la recolección de datos, se implementan tres técnicas, con lo que se apunta a una adecuada triangulación metodológica:

- *Observación de participación moderada:* Como docentes al frente del curso, nos encontramos involucrados en la escena a observar, aunque de forma moderada. En efecto, existen

momentos en que nuestro rol es más pasivo y no tenemos interferencia en el proceso de los estudiantes, como así también momentos en los cuales asumimos un rol más protagónico; por ejemplo, a la hora de institucionalizar.

- *Análisis documental:* Se lleva a cabo un análisis de ciertas producciones de los estudiantes, donde se pueda dar cuenta de determinados procesos o razonamientos que resulten de interés para nuestro objetivo. En ellas, se incluyen enunciados o preguntas donde se invita a la reflexión ya sea por escrito o bien en formato de audios espontáneos (grabados in situ) del proceso de producción colectiva del grupo.
- *Cuestionario abierto:* Hacia el final del período de práctica, se implementa un cuestionario anónimo donde los estudiantes pueden manifestar sus impresiones sobre la metodología de trabajo y ciertos aspectos personales que sirven para indagar acerca de ese componente afectivo/emocional hacia la Matemática, y su enseñanza y aprendizaje.

3.4. Instrumentos

Para instrumentar la observación, se lleva a cabo un registro anecdótico. Por esto último se entiende un instrumento en el que se describen por escrito episodios y secuencias que se consideran importantes para evaluar lo que interesa en un alumno o en un grupo de alumnos (Díaz Barriga y Hernández, 2002).

En el cuestionario abierto se presentan, por un lado, preguntas sobre impresiones o experiencias en vinculación a determinadas actividades desarrolladas a lo largo de la unidad didáctica. Por otro lado, preguntas sobre la relación afectiva de los estudiantes con la Matemática. El cuestionario en concreto que se implementa es el siguiente (Figura 1.2).

1. ¿Cómo podés describir tu relación con la Matemática? ¿Qué sentimientos te genera esta disciplina?
2. La Matemática, en general, se trata de resolver problemas... ¿Cómo reaccionás cuando un problema no te sale al primer intento? ¿Te frustrás? ¿Lo ves como un desafío? ¿Te entusiasma?
3. Durante la unidad que trabajamos hubo tres actividades grupales. ¿Qué te parecieron esas actividades? ¿Encontrás alguna ventaja en esta forma de trabajar en el aula?
4. ¿Cuál fue la clase que más te gustó? ¿Y la que menos? ¿Por qué?

Figura 1.2. Cuestionario abierto

La técnica de procesamiento para abordar los datos recolectados a través de estos instrumentos es el *análisis de contenido*.

3.5. Categorías de análisis

De acuerdo a los objetivos específicos planteados (O1, O2, O3), en la Figura 1.3 se presentan las categorías de análisis (C1, C2, C3) delimitadas, junto a las actividades que estructuran el análisis de resultados y las respectivas técnicas seleccionadas para llevar a cabo la recolección de datos.

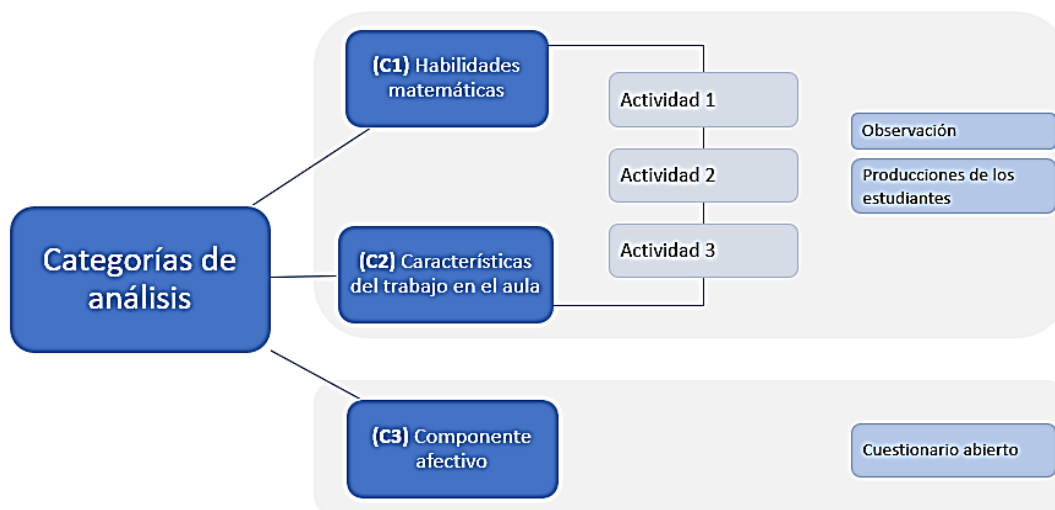


Figura 1.3. Categorías de análisis

4. Resultados

En lo que sigue, organizamos el procesamiento de la información recogida en la implementación de la propuesta de acuerdo a las categorías de análisis previamente desarrolladas. De aquí en adelante, para referirnos a cada grupo de estudiantes en el aula, utilizamos la siguiente notación: MGN, donde M indica el número de clase (1, 2, 3) y N indica el número de grupo (la cantidad de grupos puede diferir entre una clase y otra). Por ejemplo, con 1G2 nos referimos al grupo 2 de la clase 1.

4.1. Habilidades matemáticas

A partir del análisis documental de las producciones de los estudiantes, los relatos de implementación y registro anecdótico confeccionado en cada una de las actividades clave, identificamos elementos que podemos asociar a cada una de las subcategorías definidas en la presente categoría de análisis. Con ellos nos referimos a interpretar información, establecer relaciones, conjeturar, elegir y construir un modelo apropiado, comunicar de manera oral y escrita, argumentar sobre la validez de los procesos o razonamientos y elaborar conclusiones.

A continuación, se presentan tres subsecciones correspondientes a la implementación de cada una de las actividades seleccionadas.

4.1.1. Introducción de las razones trigonométricas en triángulos rectángulos

En esta primera jornada de implementación, se llevó a cabo la siguiente actividad en el aula. La misma tuvo por objetivo que los estudiantes, a partir de la construcción y medición de triángulos con regla y semicírculo, puedan conjeturar que la razón entre la medida del cateto opuesto a un ángulo dado y la hipotenusa, no depende del triángulo construido sino únicamente del ángulo en cuestión. La cantidad de grupos en esta oportunidad fueron nueve, de entre tres y cinco integrantes cada uno. La organización de los mismos en esta primera instancia quedó a cargo de los estudiantes.

1. Para cada ítem, dibujar con regla y semicírculo un triángulo rectángulo que tenga uno de sus ángulos agudos (llamémoslo α) de la siguiente medida:

a) 30°

b) 45°

c) 60°

2. Medir los lados de cada triángulo construido y completar las primeras cuatro columnas:

Ángulo α	Medida Cateto opuesto a α (CO_α)	Medida Cateto adyacente a α (CA_α)	Medida hipotenusa (H)	$\frac{CO_\alpha}{H}$		
30°						
45°						
60°						

3. Comparar los datos obtenidos con el resto de los integrantes del grupo y comentar lo que observan. Escribir un párrafo narrando ese intercambio. (¿Todos sus triángulos tienen las mismas medidas? ¿Obtienen algún resultado en común, al menos de forma aproximada? ¿Qué ocurre?).

Respecto a la interpretación de la información, la totalidad de los grupos supo identificar los elementos que entraban en juego para encontrar similitudes en los resultados obtenidos de la medición y posterior cálculo del cociente.

A la hora de establecer relaciones, se presentaron escenarios variados. Por un lado, algunos grupos se encontraron con la situación de que todos sus integrantes construyeron triángulos de dimensiones similares en algunos de los ítems, lo cual hizo difícil hallar regularidades en esa comparación de tablas que se llevó a cabo. Por ejemplo, la Figura 1.4 refleja este fenómeno a través de las producciones del grupo 1G7.

Y no fue hasta el intercambio con otros grupos aledaños que lograron ver claro el patrón de interés. Por el contrario, en otros casos, triángulos de dimensiones muy diferentes fueron clave para que los estudiantes descubrieran una relación de trasfondo. Por ejemplo, en el grupo 1G1, uno de los integrantes dibujó triángulos muy pequeños y sus mediciones fueron bastantes precisas,

como se observa en la Figura 1.5. Mientras la razón difería en dos centésimas con la de sus compañeros, los triángulos eran groseramente diferentes.

Ángulo α	Medida Cateto opuesto a α (CO_α)	Medida Cateto adyacente a α (CA_α)	Medida hipotenusa (H)	$\frac{CO_\alpha}{H}$	$\frac{CA_\alpha}{H}$	$\frac{CO_\alpha}{CA_\alpha}$
30°	2cm	3,5cm	4cm	0,5cm	0,875cm	0,57cm
Ángulo α	Medida Cateto opuesto a α (CO_α)	Medida Cateto adyacente a α (CA_α)	Medida hipotenusa (H)	$\frac{CO_\alpha}{H}$		
30°	2 cm	3,6 cm	4 cm	0,5 cm		
Ángulo α	Medida Cateto opuesto a α (CO_α)	Medida Cateto adyacente a α (CA_α)	Medida hipotenusa (H)	$\frac{CO_\alpha}{H}$		
30°	1 cm	3,5 cm	4 cm	0,5 cm		

Figura 1.4. Construcciones y medidas del grupo 1G7

Ángulo α	Medida Cateto opuesto a α (CO_α)	Medida Cateto adyacente a α (CA_α)	Medida hipotenusa (H)	$\frac{CO_\alpha}{H}$	$\frac{CA_\alpha}{H}$	$\frac{CO_\alpha}{CA_\alpha}$
30°	1,2 cm	2 cm	2,5 cm	0,48	0,8	
45°	1,5	1,5	2,2	0,68	0,68	
60°	2,6	1,6	3 cm	0,86	0,53	

Figura 1.5. Mediciones de una construcción distinguida, estudiante del grupo 1G1

En casos como este, los estudiantes lograron establecer las relaciones esperadas.

Antes de pasar del trabajo en grupos reducidos al debate en el grupo-clase, los estudiantes plasmaron las diferentes cuestiones que surgieron del intercambio. A continuación, se muestran algunas de ellas donde se aprecian las diferentes formas de expresión a la hora de comunicar por escrito las ideas matemáticas. Las Figuras 1.6 y 1.7 son representativas de las producciones en el común de los grupos. Se dan los relatos en primera persona, con cierta informalidad, pero a su vez de una manera muy humana, incluso con la aparición de los integrantes en el mismo. Por su parte, la Figura 1.8 muestra la respuesta matemáticamente más precisa entre las registradas.

3) No tienen las mismas medidas pero a un compañero le dio 0,48 y a mí 0,47 hay aproximación 1/2 a otro

Figura 1.6. Estudiante del grupo 1G6 nombra a sus compañeros

3. AL COMPARAR LOS DATOS DE CADA UNA VIMOS LAS SIGUIENTES COSAS

- SIMILITUDES EN LOS RESULTADOS
- SIMILITUDES EN LAS MEDIDAS (NOTAN NOTORIAS).

PERO NINGUNA LLEGO A LOS IGUALES, OBTENIENDO CASI IGUALES MEDIDAS, PERO LA MEDIDA DE 60° ESTAMOS A NADA DE IGUALIDAD.

Figura 1.7. Respuesta en formato de ítems, grupo 1G3

Por la diferencia de tamaños entre nuestros Δ no coinciden las medidas, pero si los ángulos y los resultados de la cuenta CO/LH , es 0, ... en todos nuestros triángulos.

Figura 1.8. Respuesta matemáticamente más precisa, grupo 1G8

En el debate con el grupo clase, se dieron los siguientes intercambios, donde los grupos comunicaron oralmente sus trabajos.

8.20 h damos por finalizada la actividad de cada grupo. Propongo ahora que charlemos entre todos sobre las conclusiones obtenidas. Pregunto qué grupo quiere contar lo que pudo observar de las mediciones. Un estudiante de 1G2 es el primero en levantar la mano y narra que todas las medidas y también el cociente les quedaron parecidas. A eso, una estudiante del 1G5 dice que las medidas de los lados de sus triángulos les quedaron “algunos parecidos y otros no tanto” y que la división sí era parecida, pero en algunos. Pregunto si alguien más quiere participar y desde 1G6 un estudiante cuenta que en su grupo obtuvieron 0,47, 0,48 y 0,49 para la división en el primer triángulo. Pregunto a otros grupos que no habían intervenido y comentan cuestiones similares. Todos coinciden en que los resultados de la división son parecidos, aunque hay algunos casos puntuales donde esto no se dio. En 1G9, una de las estudiantes dice que los triángulos construidos son distintos y que entre dos de ellas tienen resultados similares en la división, mientras que la tercera tiene algunos bastante distintos.

A la conjetura se arriba de forma conjunta, fruto de la puesta en común de todos los grupos reducidos.

Continúo: “puede ser que en algunos grupos tengan los triángulos muy parecidos... pero, ¿a qué se debe eso?”. Algunos me dicen que se debe a que el ángulo es el mismo. Sigo: “que el ángulo es el mismo no hay dudas, así tenían que construir sus triángulos, pero ¿eso implica que tengan que ser igual de grandes?”. A esto último me responden que no ... Por lo tanto, si los resultados en las primeras tres columnas son parecidos, es porque sus construcciones son

parecidas. Pero, “¿qué es lo realmente interesante que pasa acá?”. Un estudiante de 1G5 responde “lo que pasa con la última columna”. Concluimos, entonces, que el valor $\frac{CO\alpha}{H}$ no depende del triángulo rectángulo construido, solo depende de “el ángulo” (lo mencionan ellos).

La argumentación sobre la validez de estas afirmaciones se basó en fundamentos empíricos. La comprobación de más de 30 casos en los cuales se abordó aproximadamente a las mismas conclusiones fue suficiente para que los estudiantes lo consideren una prueba convincente de tal afirmación. Si bien era posible brindar una demostración formal, los estudiantes de este curso no estudiaron semejanza de triángulos. Los efectos de la pandemia en los años anteriores han sido tales que mucho contenido de la asignatura debió ser recortado. Finalmente, la conclusión sobre la invarianza de la razón en cualquier triángulo rectángulo con el mismo ángulo considerado, derivó en la definición de las razones trigonométricas, momento de institucionalización de la clase.

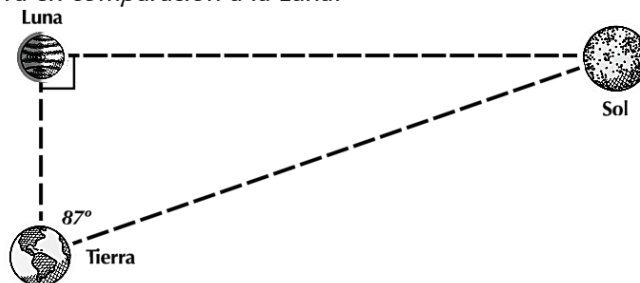
4.1.2. Aristarco de Samos y sus mediciones astronómicas

En esta ocasión, se implementó la siguiente actividad en el aula. La misma tuvo por objetivo conocer la historia del matemático griego y cómo él realizó grandes deducciones sobre la distancia entre los astros a partir de las razones trigonométricas en un triángulo rectángulo. Los estudiantes se enfrentan a la resolución de un problema no trivial, donde no es evidente el camino a seguir y todos afrontan un obstáculo inicial.

En esta actividad, trabajaron en un total de seis grupos de cinco estudiantes cada uno, con distribuciones diferentes a la instancia anterior, organizadas esta vez por el docente.

Aristarco de Samos (310 a.C. - 230 a.C.) fue un astrónomo y matemático griego, nacido en Samos, Grecia. Algunas de las cuestiones por las que se interesó fueron los cálculos de distancias astronómicas. En particular, estudió las distancias de la Tierra al Sol y a la Luna ayudándose de las fases lunares y la trigonometría.

1. Aristarco, con los instrumentos de su época, estimó que cuando la Luna se encontraba en cuarto creciente, el ángulo que formaban Luna-Tierra-Sol era de 87° . Con este dato, ¿qué tanto más lejos se encuentra el Sol de la Tierra en comparación a la Luna?



2. Hoy en día, es sabido que el Sol se encuentra mucho más lejos que eso de la Luna. La distancia Tierra-Sol es de 150.000.000 km., mientras que la distancia Tierra-Luna es de 384.400 km.

a) ¿Qué tanto más lejos se encuentra el Sol de la Tierra en comparación a la Luna?

b) ¿Cuánto mide realmente el ángulo que Aristarco intentó medir? ¿Por cuánto falló?

En esta oportunidad, la interpretación de la información en cada grupo no presentó dificultades. Los estudiantes reconocieron los datos con los que se contaba para la resolución del problema. Sin embargo, sí fue necesario hacer alguna aclaración sobre la pregunta del primer apartado, en el sentido de que “no se pide hallar la distancia de la Tierra a la Luna y de la Tierra al Sol, sino qué tanto más grande es una en comparación a la otra; si el doble, el triple...”.

A la hora de establecer relaciones, la mayor parte de los grupos (todos a excepción de 2G5) supieron identificar como elementos relevantes del triángulo para el problema al ángulo de 87° , al cateto *Tierra-Luna* y a la hipotenusa *Tierra-Sol*. Con ello, apareció también la razón coseno como herramienta que vincula a dichos elementos.

Ninguno de los grupos pudo resolver el problema de forma abstracta, poniendo $\cos(87^\circ) = \frac{d_1}{d_2} \Rightarrow d_2 = 20d_1$. Sin embargo, surgieron propuestas interesantes.

El grupo 2G1 es el primero en mostrar buenos avances. En primer lugar, una de las estudiantes había propuesto medir los lados del triángulo para hacer el cociente, a lo cual sus compañeros le insistieron en que eso no servía porque el dibujo era simplemente un esquema. Descartada esa idea, intentan utilizar razones trigonométricas y un estudiante me dice haber llegado al resultado “20 veces” con la calculadora aunque no recuerda bien qué hizo. Lo animo a que recuerde su proceso ya que puede que esté correcto. Otro caso interesante resulta del grupo 2G2, donde uno de los estudiantes, mientras sus compañeros probaban otras cosas, se encaminó en la construcción con semicírculo y regla de un triángulo rectángulo con un ángulo agudo de 87° . Tuvo que pegar dos hojas de la carpeta para lograrlo. Ese método le permitió estimar una respuesta de “casi 17 veces”. El grupo 2G6 hace algo distinto: asignan al cateto el valor 90 y determinan que la hipotenusa mide 1730. Me consultan cómo seguir. La elección del 90 parece haber sido un error derivado de la confusión entre medida de lados y ángulos. Sin embargo, les propongo que releen la consigna y vean si pueden responder algo a partir de esos números a los que llegaron.

La comunicación escrita tuvo su lugar, aunque se limitó a responder las preguntas de cada apartado y exhibir el procedimiento que llevó a la resolución. En las Figuras 1.9 y 1.10, se presentan las resoluciones comentadas en el extracto de arriba.

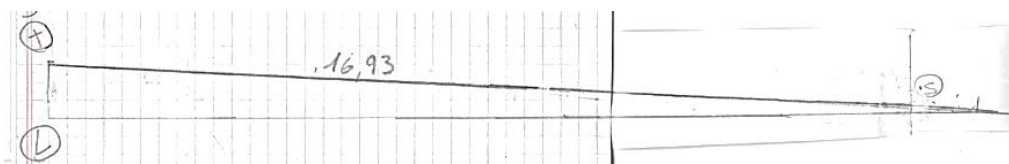


Figura 1.9. Construcción del triángulo rectángulo con un ángulo de 87°, grupo 2G2

$$\begin{aligned} \cos(87) &= \frac{90}{x} && \text{EL SOL ESTA 20 VECES} \\ 0,052 &= \frac{90}{x} && \text{MAS LEJOS QUE LA LUNA} \\ 0,052 \cdot x &= 90 : 0,052 \\ 1 \cdot x &= 1730 \end{aligned}$$

Figura 1.10. Resolución asignando el valor 90 al cateto adyacente, grupo 2G6

Sí tuvo un papel más importante la comunicación oral. Los estudiantes grabaron audios de WhatsApp con el propósito de describir los intercambios producidos al interior de cada grupo, como así también las diferentes estrategias utilizadas, las ideas descartadas y los resultados obtenidos.

Bueno, nosotros empezamos primero midiendo los lados del triángulo. No le dimos atención a Lucio. Lucio había dicho de hacer otra cosa. Bueno, contamos los palitos de los lados y así no era. Alma hizo unas cuentas y le dio 2.1 y a mí me dio 20, que era el resultado correcto, pero no era la forma de llegar. Después seguimos probando, nos acercamos bastante. Le hicimos caso a Lucio. Lo que Lucio propuso no funcionó, pero era distinto a lo que hicimos al principio. Alma se puso a resolver algo con trigonometría y llegamos al resultado. Después el segundo ejercicio se nos hizo más fácil, aunque tuvimos algún que otro error (Grupo 2G1).

Bueno, en mi grupo, cuando arrancamos, primero intentamos con razones trigonométricas. Probamos con razones trigonométricas inversas, o sea, con “shift” coseno. Probamos así dándole un montón de vueltas con eso, pero no salió. Después, intentamos por otro lado, con el teorema de Pitágoras. Tampoco pudimos porque no teníamos ningún dato. Volvimos a las razones trigonométricas. Ahí, a Martina se le ocurrió una idea que después el profe nos terminó de confirmar, que era usando el coseno. Pasamos a la segunda parte, Jere empezó a hacer 18000 cálculos que no llegaron a nada, fueron de prueba, cuando los terminó dijo “nada que ver lo que hice”. Yo no pude hacer demasiado, Juani tampoco. Mati dijo que estuvo probando con una idea pero que no llegó a nada. Cuando otros grupos estaban terminando, nos dimos cuenta cómo hacer el ítem b y ya con el timbre el profe nos dio una mano para completar el ítem a (Grupo 2G4).

La argumentación sobre la validez de las estrategias utilizadas y las conclusiones tuvieron lugar en

la clase siguiente y fueron socializadas en el grupo-clase. En esta ocasión, este momento tuvo un mayor protagonismo del docente, donde iba rescatando las resoluciones que surgieron de los propios grupos, como la de la Figura 1.9, y al mismo tiempo profundizó sobre aquella que se sugirió en la clase a través de la pista “pensar la distancia entre la Tierra y la Luna como un viaje”. Las conclusiones giraron en torno a remarcar lo destacable de este razonamiento llevado a cabo por el hombre en el siglo III a.C., mediante matemáticas básicas y actualmente al alcance de cualquier estudiante del Nivel Secundario.

4.1.3. Razones trigonométricas en ángulos complementarios

En esta tercera actividad seleccionada, los estudiantes realizan cálculos a partir de un material didáctico para completar tablas de datos, descubrir patrones, conjeturar y finalmente demostrar la propiedad de las razones trigonométricas seno y coseno en los ángulos complementarios. La cantidad de grupos de trabajo fue de seis, con una cantidad de integrantes que varía entre cuatro y siete. Al llegar al aula, se encontraban así dispuestos dado que trabajaron de esa manera en la materia anterior. Se decidió mantener esas configuraciones.

-
1. a) *Determinar las medidas de los ángulos desconocidos.*
 b) *¿Qué relación verifican los ángulos α y β en cada triángulo?*
 2. a) *Calcular $\text{sen}(\alpha)$, $\text{sen}(\beta)$, $\text{cos}(\alpha)$ y $\text{cos}(\beta)$ para cada triángulo y completar la siguiente tabla:*

	α	β	$\text{sen}(\alpha)$	$\text{sen}(\beta)$	$\text{cos}(\alpha)$	$\text{cos}(\beta)$
Triángulo 1						
Triángulo 2						
Triángulo 3						

- b) *Comentar con los demás integrantes del grupo:
 ¿Qué patrón o regularidad aparece en los datos de la tabla? ¿Sospechan de alguna propiedad que pueda ser cierta? Escribirla.*
 3. *Mostrar por qué eso ocurre.*
-

La totalidad de los grupos supo interpretar la información de la actividad. A esta altura de la unidad, existe ya un cierto dominio de los estudiantes sobre los elementos de un triángulo rectángulo y sus características, como así también de las razones trigonométricas. Una única cuestión que presentó dificultades en algunos de los grupos fue interpretar a qué se refería la consiga cuando expresa “relación que verifican los ángulos α y β ”. De todos modos, una simple reformulación como “¿qué cumplen los ángulos α y β ?” sirvió para aclarar el enunciado.

Al momento de establecer relaciones, todos los grupos supieron identificar una regularidad en los

datos de su tabla. Para algunos, eso fue suficiente para asumir que siempre se mantendría al tratar con ángulos complementarios. En otros casos, indagaron algo más a partir de probar si funcionaba también con otros ángulos extra.

Me acerco al grupo 3G1 y uno de los estudiantes se encuentra haciendo cuentas con la calculadora. Le pregunto cómo vienen y me dice que está probando otros ángulos además de los que tenían sus triángulos. Me muestra que, cuando calcula $\text{sen}(45^\circ)$ obtiene el mismo resultado que cuando hace $\text{cos}(45^\circ)$ (caso diferente a los de su tabla). Lo felicito por la búsqueda de más casos y les pregunto a los cuatro integrantes cómo escribirían esa propiedad que sospechan que es cierta.

En general, los grupos reconocen los elementos en juego para conjeturar la propiedad, pero encuentran dificultades para articularlos en una implicancia lógica. Por ejemplo, responden oralmente a la pregunta con frases como “ $\text{sen}(\alpha) = \text{cos}(\beta)$ y α y β suman 90° ”. Al pasar a la escritura, los grupos 3G2 y 3G6 enuncian la proposición recíproca, que también es cierta al trabajar con ángulos agudos, aunque no es lo que se esperaba. En las Figuras 1.11 y 1.12, se ven ejemplos de comunicación escrita representativos de la jornada.

2) b) Cuando el $\text{SEN}(\alpha)$ da lo mismo que el $\text{Cos}(\beta)$ y el $\text{SEN}(\beta)$ da lo mismo que el $\text{Cos}(\alpha)$ y son triángulos rectángulos es porque son complementarios.

Figura 1.11. Proposición recíproca, enunciada por 3G2

2) b) Aparece el patrón que el seno de un ángulo es igual al coseno de el otro ángulo y respectivamente con el otro ángulo.
Cuando la suma de los ángulos da 90°
 $\text{cos}(\alpha) = \text{sen}(\beta)$ $\text{cos}(\beta) = \text{sen}(\alpha)$

Figura 1.12. Conjetura enunciada por 3G1

En general, la argumentación sobre la validez de estas proposiciones presentó sus dificultades en un primer momento de trabajo al interior de cada grupo. Los estudiantes no están acostumbrados a trabajar demostraciones en el aula y no ven tan claro cómo podría probarse formalmente que algo así es cierto. Sin embargo, hay intentos de validación empírica, como se comentó antes respecto al grupo 3G1. Por otro lado, un estudiante del grupo 3G3 logró dar con una demostración de la propiedad. En un margen de la fotocopia, a modo de borrador, esbozó su razonamiento (Figura 1.13).

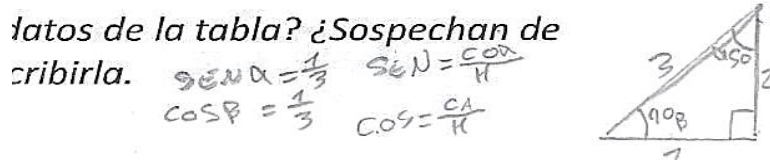


Figura 1.13. Razonamiento en el margen de la fotocopia, grupo 3G3

El estudiante asigna los valores 1, 2 y 3 a los lados de un triángulo rectángulo (no es posible pero no importa) y, a partir de las definiciones de seno y coseno, prueba la propiedad conjeturada, como se ve en la Figura 1.13. Lo único que separa su escrito de una demostración formal son los valores numéricos de las medidas de los lados en lugar de cantidades abstractas a , b y c . No obstante, la idea de abstracción está presente, ya que la asignación fue completamente arbitraria. Esta producción es la mayor aproximación a una demostración matemática que apareció en la implementación de la unidad didáctica. Finalmente, a modo de cierre de la jornada, la demostración formal y conclusión sobre la validez de la propiedad fue llevada a cabo en el pizarrón para todo el grupo-clase.

4.2. Características del trabajo en el aula

A través de los relatos de implementación/ registro anecdótico de las actividades clave, caracterizamos el trabajo en el aula a través de la búsqueda de puntos de similitud y diferencia con el ideal de micro-sociedad científica al que se aspira como modelo. Las producciones de los estudiantes analizadas en la subsección 4.1 también serán material para interpretar la proximidad de la implementación a nuestro ideal. A continuación, se presentan tres subsecciones correspondientes a la implementación de cada una de las actividades seleccionadas.

4.2.1. Introducción de las razones trigonométricas en triángulos rectángulos

Como se mencionó en la sección 4.1.1, la cantidad de grupos de trabajo fueron 9, de entre 3 y 5 integrantes cada uno, y la organización quedó a cargo de los estudiantes. De ese modo, se ubicaron de acuerdo a la disposición de la Figura 1.14.

Durante la fase de acción, los grupos trabajaron en la construcción de triángulos y mediciones con semicírculos y reglas. Este momento de exploración se caracterizó por el trabajo de cada integrante en sus hojas. La utilización de materiales concretos, que no usaban desde la escuela primaria, despertó interés en los estudiantes, que se encontraban muy compenetrados con la actividad.

En la fase de formulación, cuando los estudiantes debieron comunicarse entre sí la información de cada uno y buscar regularidades en sus tablas, el componente social cobró una gran importancia.

En primer lugar, no hubiera sido posible que los grupos noten la invarianza sin un previo trabajo individual de cada estudiante durante el momento exploratorio que pueda aportar información a la puesta en común. Por otro lado, se presentaron diversas situaciones como se detallaron en la sección anterior; por ejemplo, grupos donde las particularidades de la construcción de un integrante despertaron interés en los demás, o grupos donde construcciones muy similares obstaculizaron la visualización del fenómeno. En otros casos, como es el de 1G9, tres integrantes contaban con triángulos de diferentes dimensiones entre sí, dos de ellos con valores muy próximos en el cálculo del cociente y el tercero con valores muy distintos. Eso llevó a que sospechen, se cuestionen las construcciones de la última y vuelvan sobre algunos errores de su medición. También hubo casos donde no lograron identificar la regularidad, ya sea por dibujos imprecisos o falta de ideas sobre qué buscar.

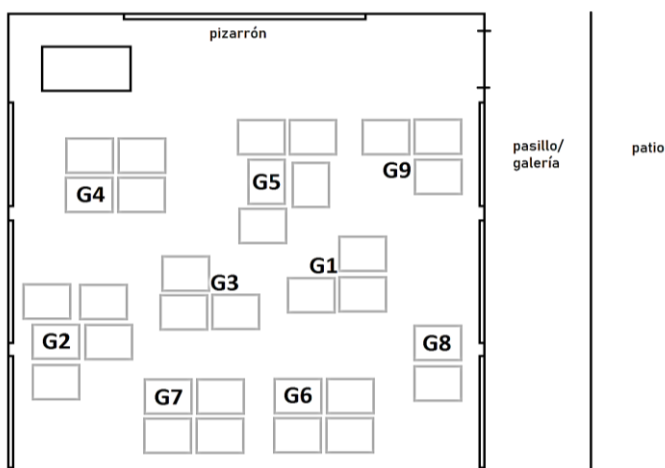


Figura 1.14. Disposición de los grupos organizados por los estudiantes en el aula

Esta puesta en común, primero en los grupos reducidos y luego en el grupo-clase, guiada por el docente, pero con el protagonismo de los estudiantes, fue el momento más rico y próximo al ideal de micro-sociedad científica. Los grupos comunicaron oralmente sus ideas a los demás y notaron que, en general, todos contaban con la misma información: medidas distintas, razón aproximadamente igual. Como se expuso en el fragmento de la sección anterior, la participación fue circulante y buena parte de los grupos se mostraron comprometidos con la actividad.

El momento de la validación tuvo lugar en ese contexto de socialización oral y se fundamentó en la base empírica. Como se mencionó durante la sección 2.2, de acuerdo a los aportes de Balacheff (2000; citado en Mántica y Carbó, 2016), entendemos que una prueba es una explicación aceptada por una comunidad dada en un momento dado. Así, la prueba empírica fue la prueba aceptada por el curso en ese momento y dio lugar a la institucionalización. En otras instancias,

veremos si es posible dar un paso más hacia la construcción de una demostración matemática en el aula.

4.2.2. Aristarco de Samos y sus mediciones astronómicas

En la Figura 1.15 se observa la disposición de los alumnos en el aula. En esta ocasión, los grupos fueron seis, de cinco integrantes cada uno de ellos. La disposición en el aula y la conformación de los mismos fue propuesta por el docente, bajo criterios de heterogeneidad en cuanto al nivel de los estudiantes.

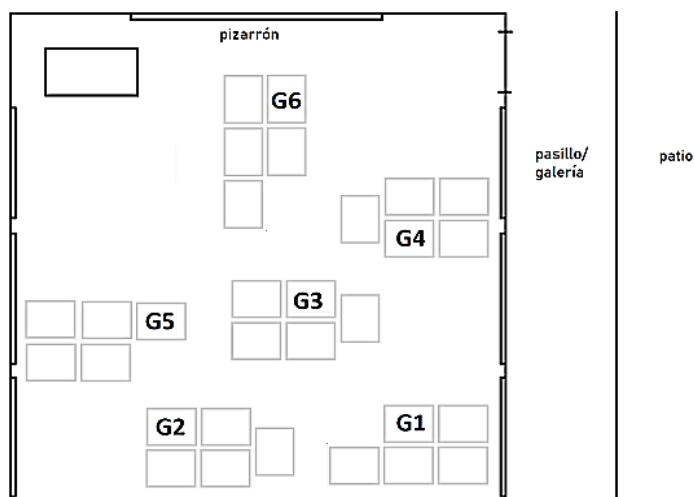


Figura 1.15. Disposición de los grupos organizados por el docente en el aula

En esta oportunidad, los estudiantes trabajaron en torno a la Resolución de Problemas. Una introducción de preguntas motivadoras relacionadas con los astros captó el interés de los alumnos, que se mostraron comprometidos con la actividad: “¿Qué está más cerca? ¿El Sol o la Luna? ¿Cuál es más grande? ¿Qué tanto más lejos está el Sol de la Tierra en comparación a la Luna?”. Situados en el siglo III a.C., participaron con respuestas a los interrogantes a través de fenómenos como el eclipse solar. Introducidos todos los elementos, comenzamos con la actividad.

Un primer momento se caracterizó por el diálogo al interior de cada grupo sobre qué hacer. En cuestión de minutos reconocieron la falta de datos para resolver el problema de forma análoga a los ejercicios de la semana anterior; aunque aquí no se conoce la medida de ningún lado del triángulo. Todos los grupos se encontraron con ese obstáculo; el problema no es trivial.

Allí cobró importancia el trabajo en sociedad. En cuatro de los seis grupos, apareció una idea para comenzar a intentar una resolución, independientemente de si esa idea condujo luego a buen puerto o no. Bastó con que a un integrante se le ocurriera algo para que el grupo comience a

producir. Como se comentó en la sección anterior, el grupo 2G1 reconoció rápidamente que debían usar el coseno de 87° , que estimaron en 0,05. Mediante cuentas en la calculadora, uno de los estudiantes llegó al resultado correcto, aunque no recordaba bien cómo. Cuando les dije que estaban bien encaminados, intentaron recuperar esas cuentas perdidas. En el grupo 2G2, pegaron dos hojas para construir un triángulo tal que su ángulo agudo mida realmente 87° y así hacer las mediciones. El grupo 2G6 asignó por error un valor numérico al cateto y con ello hallaron la hipotenusa; sin querer, determinaron datos que fueron de utilidad para resolver el problema. El grupo 2G4, luego de intentar múltiples caminos, incluso con el teorema de Pitágoras, se valieron de una pista otorgada al pasar unos buenos minutos: “pensar en la distancia Tierra-Luna como un viaje”.

En esos grupos, se logró una buena aproximación al modelo de micro-sociedad científica, especialmente porque no había un camino obvio para resolver el problema y adoptaron el desafío, a partir de lo cual fueron intentando dar respuesta por diferentes caminos. Los otros dos grupos, quizás por no contar aún con un fuerte dominio de la trigonometría que se ha ido trabajando en clases anteriores, no pudieron desplegar pasos firmes sin las pistas. Estos aspectos de cada grupo ante la Resolución de Problemas serán de interés a la hora de analizar los resultados desde la categoría de análisis 3.

4.2.3. Razones trigonométricas en ángulos complementarios

Como se comentó en el subapartado 4.1.3, los estudiantes trabajaron distribuidos en seis grupos de entre cuatro y siete integrantes cada uno. La configuración y distribución de los mismos en el aula fue la misma que utilizaron en la materia anterior y se observa en la Figura 1.16. Se tomó la decisión de mantener dichas disposiciones. Al parecer, armaron los grupos ellos mismos, pero con ciertas intervenciones del docente a cargo en aquel momento.

En la fase de acción, el trabajo de los estudiantes consistió en hallar medidas de ángulos desconocidos y calcular razones trigonométricas de los mismos. Cada grupo contaba con tres triángulos y todos los integrantes tenían que completar tablas de datos de forma individual. Al interior de cada grupo, comparaban resultados obtenidos para corroborar los cálculos y volver sobre errores en caso de ser necesario.

La fase de formulación presentó una diversidad de escenarios. Si bien todos los grupos notaron la regularidad entre los datos de sus tablas, enunciar una propiedad no fue algo inmediato. La manipulación de proposiciones lógicas no es una cuestión habitual en el día a día de los estudiantes. Por ello, necesitaron de ayuda para comprender lo que se esperaba en aquella

consigna.

Al notar esta dificultad, traigo el recuerdo para todo el curso de cuando hablamos acerca de “qué es un teorema”. Algunos estudiantes lo recuerdan y responden que “un teorema es una verdad matemática”. Propongo, entonces, que piensen de ese mismo modo esta actividad; buscamos enunciar una verdad matemática. Menciono el teorema de Pitágoras y la propiedad de la suma de los ángulos interiores de un triángulo como ejemplos y los enuncio acentuando verbalmente su estructura: “si pasa..., entonces pasa...”. A partir de allí, la mayor parte de los grupos logra avanzar.

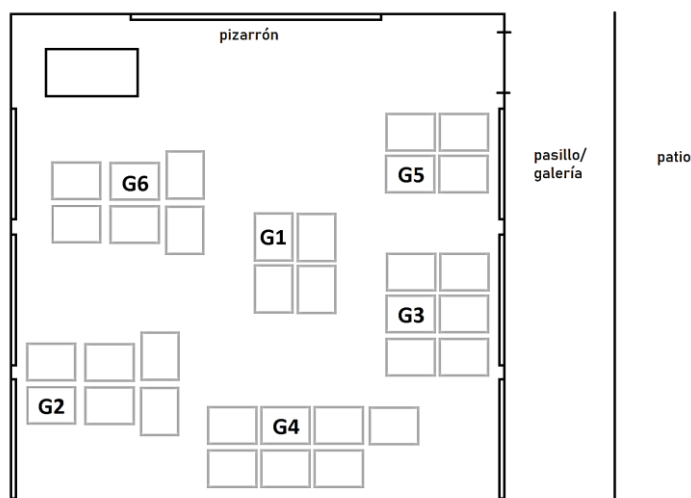


Figura 1.16. Disposición de los grupos mantenida desde la materia anterior

En el momento de la validación, a diferencia de lo ocurrido en la primera actividad seleccionada, hubo intentos de pruebas formales, además de aquellas del tipo empírico, también presentes en esta oportunidad. Al interior de un mismo grupo, mientras algunos integrantes se convencían de la veracidad de la conjetura por la validez de muchos casos particulares, otro integrante observaba que eso no es suficiente e intentaba un razonamiento como el que se mostró en la Figura 1.13. Finalmente, la institucionalización tuvo lugar en un clima un poco alborotado, por estar próxima la finalización del día escolar. Sin embargo, en ese momento se pasó del trabajo al interior de los grupos reducidos, para poner en común los resultados en el grupo-clase. Guiados por el docente y con participación activa de los grupos 3G1, 3G3 y 3G6, se concluye la validez de la propiedad y se da la demostración formal de la misma.

4.3. Componente afectivo

A continuación, desglosamos las respuestas de los estudiantes al cuestionario abierto, con foco en aquellas cuestiones relacionadas a las creencias, actitudes y emociones para con la Matemática.

Compartimos algunas respuestas que consideramos de especial interés por su contenido y presentamos aspectos comunes reflejados en varios cuestionarios que ameritan una reflexión al respecto.

Al indagar sobre la relación de los estudiantes con la Matemática, buena parte de ellos la describen como una materia complicada, que requiere de mucha atención y les suele generar estrés. Los sentimientos que más aparecen involucrados son preocupación, frustración y desgano. Aun así, reconocen la importancia de estudiar Matemática en la escuela.

Sin embargo, no todos los comentarios son negativos, hay quienes también describen la Matemática como su materia preferida y la caracterizan como entretenida y motivadora. En particular, destacan el carácter práctico como algo positivo; disfrutan del hacer Matemática por sobre el aspecto teórico.

Si hablamos de Resolución de Problemas, a la hora de enfrentarse a un problema y encontrar un obstáculo, hay quienes lo ven como un desafío que disfrutan asumir y les genera intriga, como se aprecia en las respuestas de las Figuras 1.18 y 1.19.

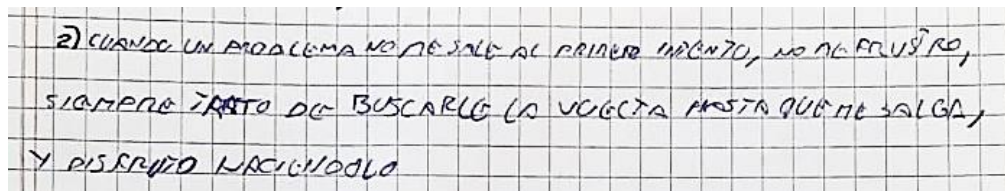


Figura 1.18. Estudiante disfruta en la Resolución de Problemas

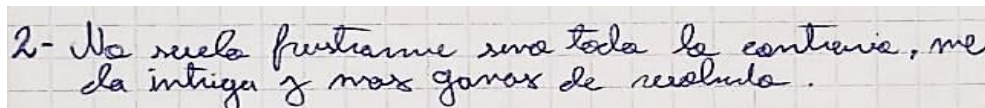
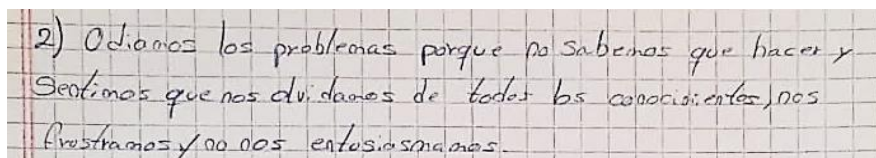


Figura 1.19. Sentimientos de intriga en la Resolución de Problemas

No obstante, gran parte de los encuestados mencionan aspectos negativos. Aparecen, entre ellos, la frustración, la desesperación y el agobio. El siguiente fragmento corresponde al registro anecdótico de la implementación de la segunda actividad seleccionada y refleja la frustración de la que hablan.

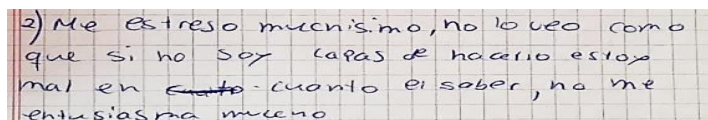
A partir de allí, todos los grupos, más o menos rápido, completan la primera parte, a excepción del grupo 2G5. En este grupo noto que aún no hay un dominio fortalecido de las razones trigonométricas y cuesta el uso de la calculadora. Una estudiante del mismo me dice con cierta desmotivación que “no les sale nada”. Con mi ayuda, completan la primera parte.

Las Figuras 1.20 y 1.21, a continuación, dan cuenta de estos aspectos que mencionamos antes y son representativas de buena parte del curso.



2) Odiamos los problemas porque no sabemos que hacer y sentimos que nos dividamos de todos los conocimientos, nos frustramos y no nos entusiasman.

Figura 1.20. Estudiantes odian resolver problemas



2) Me estreso muchísimo, no lo veo como que si no soy capaz de hacerlo estoy mal en cuanto a cuanto el saber, no me entusiasma mucho.

Figura 1.21. Estudiante ve el obstáculo como un indicio de mal desempeño

Estas respuestas merecen especial atención, pues muestran uno de los motivos por los cuales la Resolución de Problemas despierta en los alumnos los sentimientos negativos mencionados. El trabajo con ejercicios, que para su resolución solo requieren de la aplicación de un algoritmo conocido, mantiene a los estudiantes en cierta “zona de confort”. Una actividad diferente, que requiere de otro tipo de razonamientos, rompe con esa comodidad y sucede que el alumno interpreta los obstáculos como falencias propias, que se traducen en inseguridades.

En esa misma línea, encontraron el trabajo en grupos como una modalidad enriquecedora, donde pueden hablar con otros de las cosas que no entienden y complementarse entre sí. Cuando se les preguntó a los estudiantes cómo reaccionan cuando no logran resolver un problema, muchos de aquellos que hablaron de frustración y estrés, mencionaron también que ante eso suelen acudir a sus compañeros para obtener otras miradas.

5. Conclusiones

En esta última sección, a partir de los resultados obtenidos en la implementación y posterior análisis de la propuesta, se presentan las conclusiones. En primer lugar, se da respuesta a los interrogantes que motivaron el trabajo y estructuraron el desarrollo del mismo. Luego, se establecen vínculos con aquellas investigaciones reportadas en la sección 1.4. Finalmente, se reflexiona sobre los aportes del proyecto a la comunidad y se mencionan posibles líneas de acción a futuro, derivadas de la emergencia de nuevas inquietudes impulsadas por este proyecto.

5.1. Respuesta a los interrogantes

A continuación, damos respuesta a los interrogantes planteados en la sección 1.2 a partir de los resultados del trabajo.

(11) *¿Cuáles de las habilidades mencionadas por el DCJ se ven activadas durante el proceso y cuáles no?*

Como vimos en los resultados, en mayor o menor medida, todas estas habilidades entraron en juego al trabajar con una propuesta como la diseñada. La interpretación de la información y el establecimiento de relaciones se vieron potenciadas en la diversidad de producciones e ideas de los estudiantes al interior de los grupos, como se aprecia por ejemplo en la Figura 1.5, sobre la primera actividad seleccionada.

La comunicación oral de las ideas matemáticas predominó en momentos de puesta en común; fragmentos de la primera actividad seleccionada dan cuenta del intercambio de pareceres y la participación circulante que caracterizaron esos tramos de la clase dando lugar a las conclusiones e institucionalización. En la comunicación escrita, si bien supieron dar cuenta de sus ideas, se vieron más imprecisiones, posiblemente derivadas de la escasa manipulación del lenguaje matemático.

Por último, la elaboración de conjeturas y argumentación sobre su validez mostró una variedad de escenarios. En general, pudo apreciarse que la falta de herramientas en el terreno de la lógica, obstaculizó la articulación de las ideas matemáticas en la forma de una proposición. Por otro lado, en la validación, si bien prevalecieron los argumentos del tipo empírico, se logró también una muy buena aproximación a la demostración matemática formal, como se vio en la Figura 1.13.

(12) ¿Cómo se desarrolla ese trabajo a la manera de micro-sociedad científica a lo largo de la implementación?

A lo largo de la unidad didáctica, los estudiantes trabajaron en diferentes grupos, tanto por la cantidad como por los integrantes que los conformaban, algunas veces elegidos por ellos mismos, otras veces no. Durante el desarrollo de las actividades seleccionadas, los estudiantes se encontraron con problemas o situaciones cuya resolución no era inmediata. Ante esto, sumado a la imposibilidad de resolver de forma individual actividades como la primera, el trabajo colectivo con los demás integrantes se volvió vital, a través de una modalidad distinta a aquella de “compartir espacio físico y comparar resultados”. En ese intercambio con el otro, surgieron aportes significativos de estudiantes que resultaron clave para que un grupo entero se percate de un comportamiento, como en el caso desarrollado en torno a la Figura 1.5. Por el contrario, una monotonía en las producciones de un grupo llevó a obnubilar a los estudiantes y necesitar de más casos para descubrir ciertas invariantes (Figura 1.4).

En la Resolución de Problemas, ocurrencias originales durante el desarrollo de la segunda actividad seleccionada permitieron dentro de un grupo contar con diferentes maneras de resolver un problema y cuestionar la validez de cada método, como se vio en la Figura 1.9. En

contrapartida, y como sucede en la comunidad matemática, otros grupos no lograron resolver el problema; aun así, supieron dar cuenta de las ideas que intentaron utilizar y descartaron en el camino (audio grupo 2G4).

Finalmente, en momentos de probar la veracidad de una afirmación, abundaron los argumentos empíricos hacia el interior de los grupos. En algunos de ellos la magnitud de la evidencia fue, incluso, mediante una ampliación por fuera de la consigna. No obstante, un estudiante reconoció la necesidad de dar otro tipo de justificación y logró esbozar una prueba matemática (Figura 1.13). Una prueba consiste en una explicación aceptada por una comunidad dada en un momento dado. En ese grupo, y luego en la puesta en común guiada por el docente, nació un cuestionamiento a las explicaciones del primer tipo.

(13) En términos del dominio afectivo en la Resolución de Problemas, ¿cómo responde el estudiante del Nivel Secundario a una propuesta del estilo?

Cuando el estudiante se enfrenta a una situación o problema cuya resolución no es inmediata, hay quienes encuentran en ese obstáculo un desafío que capta su atención y los motiva como así también quienes se frustran e interpretan esa dificultad como falencia propia, lo cual les genera estrés y preocupación. Los estudiantes acostumbran a trabajar con ejercicios que requieren de la aplicación de un algoritmo conocido para su resolución. En ese sentido, las actividades seleccionadas fueron distintivas y ellos supieron reconocerlo.

La mayor parte de los estudiantes encontró el trabajo en grupos como una modalidad enriquecedora, donde pueden hablar con otros de las cosas que no entienden y complementarse entre sí. Al preguntarles cómo reaccionan cuando no logran resolver un problema, muchos de aquellos que hablaron de frustración y estrés, mencionaron también que ante eso suelen acudir a sus compañeros para obtener otra mirada. Esa es, naturalmente, la manera en que trabaja una comunidad científica.

Cuando se preguntó a los estudiantes por la clase que más les gustó, todas las respuestas giraron en torno a las tres actividades seleccionadas, especialmente a la segunda de ellas. La Resolución de Problemas movió a los estudiantes de su zona de comodidad y el trabajo en interacción con otros se volvió fundamental para poder llevar a cabo las actividades.

5.2. Vinculación con otras investigaciones

En esta subsección, relacionamos los resultados obtenidos con aquellos de los trabajos reportados en el apartado 1.4 sobre antecedentes.

Radford (2023) comenta que la cercanía espacial no es un criterio suficiente para caracterizar el aprendizaje colectivo. Desde su punto de vista, lo que reviste importancia es la idea de la actividad en la que dicho aprendizaje ocurre. Destaca dos condiciones vitales en ese sentido. Primero, que la actividad esté direccionada hacia la satisfacción de una necesidad colectiva. Segundo, que la interacción entre estudiantes y profesores se desarrolle en el marco de una ética comunitaria caracterizada por el compromiso, el cuidado del otro y la responsabilidad. Desde nuestro lugar, coincidimos con esta mirada. El diseño de las actividades requirió de una contextualización y personalización de los contenidos para que los estudiantes repliquen la actividad científica y hagan el camino inverso. Es decir, descontextualicen y despersonalicen el conocimiento. En las actividades seleccionadas, especialmente en las dos primeras, se alcanzó un alto grado de compromiso del curso para con el problema. Allí se logró generar esa necesidad colectiva de la que Radford (2003) habla, los grupos hicieron suya la problemática y realmente se tradujo en buenos resultados.

Por otro lado, la implementación llevada a cabo por Vicuña Valdés (2016) nos permite establecer algunos paralelismos y diferencias. En su experiencia, el momento de validación se caracterizó por el desconcierto sobre cómo proceder debido, en parte, a la falta de costumbre de los estudiantes a trabajar en ese tipo de actividades. Allí, el componente afectivo jugó su rol en el desarrollo de la propuesta. Menciona que el docente fue quien debió asumir el protagonismo en ese momento para completar la actividad y luego pasar a la institucionalización, en un clima de bullicio y con poco tiempo disponible. En nuestro caso, es cierto que la validación fue el momento de las clases que más obstáculos presentó. Los estudiantes no habían tenido experiencias anteriores con demostraciones y ese primer instante de incertidumbre también apareció. Sin embargo, el trabajo en grupos permitió que ocurrencias individuales afloraran y den lugar a pseudo demostraciones, generalmente del tipo empíricas, pero que permitieron a los grupos argumentar sobre la validez de sus afirmaciones. La validación e institucionalización tuvieron mayor protagonismo del docente en comparación a otros momentos, pero siempre a partir de los aportes de los estudiantes.

Finalmente, con relación al trabajo de Mántica y Carbó (2016), las autoras destacan que los grupos siempre intentan dar una explicación de lo que afirman, aunque no se valgan para ello de las propiedades con las que cuentan. Mencionan también que la interacción con los demás estudiantes permite modificar el tipo de validación que se realiza y eso, en general, conlleva un avance en el tipo de prueba. Si bien nuestro trabajo no se centra exclusivamente en estudiar los

procesos de validación, notamos que en la última de las actividades seleccionadas, la situación recién descrita se dio al interior de uno de los grupos, como desarrollamos en la sección 4.1.3 en torno a la Figura 1.13. El paso de una prueba empírica a una prueba formal reconociendo a la primera como insuficiente para justificar la validez de una proposición es un proceso que escapa a los objetivos de nuestro proyecto pero que, sin dudas, forma parte del quehacer matemático en sociedad.

5.3. Compromiso social universitario

Cuando se habla de innovación educativa, se hace referencia a un cambio con mejora, que busca la transformación de una situación original de partida en una situación diferente, cuyos efectos se perciben, generalmente, a largo plazo. Los motivos por los cuales una innovación se lleva a cabo pueden ser la insatisfacción con la situación original, la persecución de objetivos para el beneficio de la comunidad educativa, como así también la exigencia de ejecutar una serie de modificaciones para responder a una autoridad competente superior.

En ese sentido, este proyecto resulta innovador ya que atiende a la efectiva implementación en el aula de una modalidad de trabajo que tiene un fuerte sustento teórico y que es la manera en que los actuales diseños curriculares plantean la enseñanza de la Matemática. Nosotros, autores del proyecto, tenemos la gran convicción de que esa línea de trabajo resulta acertada y puede repercutir favorablemente en el aprendizaje de los estudiantes. El diseño, planificación e implementación de una unidad didáctica basada en el constructo teórico de micro-sociedad científica permitió idear e introducir durante un período de tiempo determinado, una modificación en la enseñanza de la Matemática en un curso concreto de una escuela secundaria de la ciudad de Rosario.

Más allá de los objetivos propios del trabajo, hay una misión subyacente sobre la cual se monta todo este escrito: dar nuestro aporte a la comunidad. Todos aquellos que conformamos la Universidad pública y en particular, este Profesorado, nos sentimos interpelados por las realidades que atraviesa el sistema educativo y deseamos, desde nuestro lugar, transformar la enseñanza de la Matemática. Es por todo esto que el presente proyecto se constituye en un humilde aporte a la sociedad general.

5.4. Posibles nuevas líneas de acción

Como se mencionó a lo largo del apartado 5.1, hubo una buena aceptación por parte del estudiantado y las producciones que fueron objeto de análisis también mostraron buenos resultados. Sin embargo, como es de esperar, también hay cuestiones por mejorar. En nuestra

experiencia, los estudiantes de ese curso no acostumbraban a trabajar en Resolución de Problemas y muchos de ellos, ante la imposibilidad de resolver un problema de forma inmediata, se frustraron. Más aun, asimilaron esas dificultades como debilidades propias que acabaron por generarles inseguridades sobre sus conocimientos, como supieron mencionar en los cuestionarios. Esto último abre un panorama para reflexionar sobre cómo atender a estos asuntos.

Otra cuestión a pensar en el futuro es aquello relativo a las configuraciones de los grupos a la hora de trabajar en esta modalidad. A lo largo de la implementación, se dieron diferentes distribuciones, a veces organizadas por el docente y otras por los alumnos. Cuando son los estudiantes quienes deciden, el criterio de organización se basa en los lazos afectivos. Cuando fue el docente quien decidió, se buscó la heterogeneidad, tanto en un nivel social como intelectual. Resulta interesante pensar qué ventajas y desventajas acarrea cada criterio de organización y qué es lo más favorable en términos de aprendizajes significativos de los estudiantes.

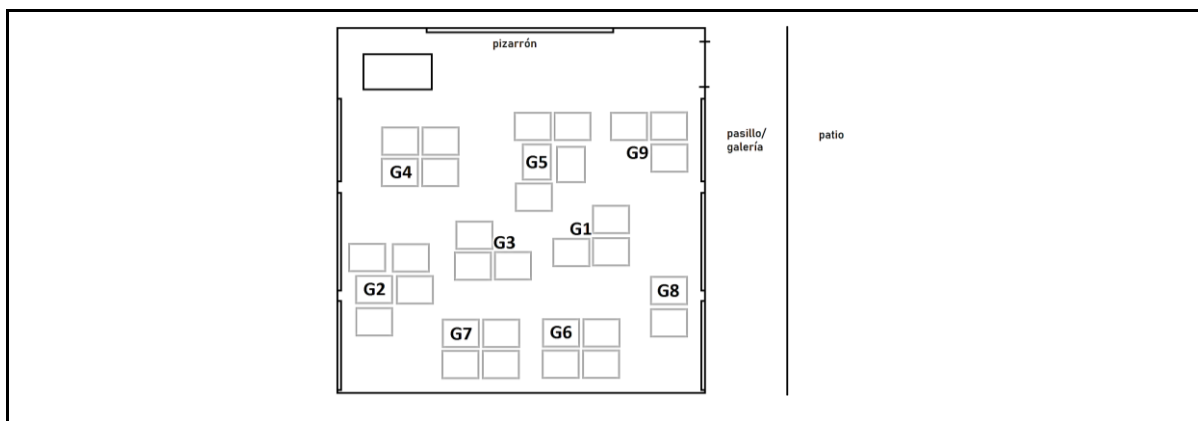
Finalmente, una cuestión que amerita seguir trabajando es la producción de demostraciones matemáticas en el aula. Como hemos visto, los argumentos empíricos prevalecieron por sobre otro tipo de razonamientos a la hora de validar una proposición. No obstante, hacia el final de la última actividad seleccionada, apareció una prueba más formal y próxima a lo que entendemos hoy por demostración matemática. El tiempo no fue suficiente como para adentrarse en ello, pero se generaron con bastante naturalidad en el aula dos diferentes concepciones de pruebas matemáticas. Es posible material para futuros trabajos, investigar sobre los procesos de validación matemática en el Nivel Secundario.

Anexo

Relatos de observación

Día 3 - Martes 26 de septiembre. Horario: 7.30 - 8.50 h Cantidad de alumnos: 33

7.30 h ingresamos al aula. Comento que en el día de hoy trabajaremos en grupo y propongo que conformen disposiciones de cuatro o cinco compañeros; en lo posible, con quienes se encuentran en su proximidad. Demoran unos cinco minutos en ordenarse. Intervine unificando algunos grupos pequeños de dos integrantes e incorporando a dos estudiantes que habían quedado solas. De ese modo, quedaron dispuestos de la siguiente manera:



Una vez acomodados, reparto una fotocopia a cada alumno y explico la primera consigna en general. Aclaro que todos tienen que trabajar en sus carpetas, a continuación de lo último que hicimos y que, al final de la clase, se les solicitará que entreguen sus producciones. En la explicación de la primera consigna, repaso en el pizarrón con el semicírculo de madera, cómo construir un triángulo rectángulo a partir de un ángulo agudo dado (tema tratado en la clase anterior). Indico que comiencen a trabajar.

Esta primera actividad fue resuelta rápidamente. El dominio del semicírculo ganado en las actividades de la semana anterior y la similitud de estas construcciones con aquellas fueron clave en ese sentido. Los grupos 1G1 y 1G9 llevan un ritmo más lento. En particular, dos integrantes de los tres que conforman 1G1, no trajeron semicírculo (únicos en todo el curso). El grupo 1G9 comenzó la actividad unos minutos después puesto que una de las estudiantes no se encontraba bien emocionalmente al inicio de la clase.

7.50 h pido silencio y explico la actividad 2. Hago un dibujo en el pizarrón para aclarar cuál es el cateto opuesto al ángulo α y cuál el cateto adyacente. Los propios alumnos identifican cada uno de forma intuitiva. No hay problemas para comprender esto último. Indico que realicen las mediciones con la mayor precisión posible, con la explicitación de centímetros y milímetros en cada caso. Continúan trabajando.

En esta parte, me solicitan algo más que antes, especialmente para completar la cuarta columna. Algunos no tienen regla o tienen, pero la graduación en milímetros se encuentra borrada. Presto algunas reglas que había llevado por si esto ocurría. En la recorrida constante por los bancos, hago algunas revisiones y sugerencias cuando noto que obtienen valores descabellados. En el grupo 1G3, una de las estudiantes había intercambiado la información entre las primeras dos columnas, lo cual llevaba a un resultado incorrecto en la cuarta. En 1G4, una estudiante tenía un error grosero en la construcción del triángulo inicial (ángulo de 40° , en lugar de 30°). Salvo pequeñas indicaciones de este estilo, no intervengo demasiado. En el grupo 1G5, se puede apreciar prolijidad y alta precisión en las construcciones y mediciones. En cambio, en los grupos 1G2 y 1G6, si bien trabajan durante toda la actividad, lo hacen de forma rápida y sin demasiada preocupación por la calidad de sus producciones. Por ejemplo, construyen triángulos rectángulos en los cuales se aprecia, a simple vista, que los catetos no confluyen en un ángulo recto.

Para las 8.05 h, algunos grupos comienzan a hacerme preguntas relacionadas con la tercera actividad.

Entonces, pido silencio y destino un momento a explicarla para todo el curso. Comento que la idea, ahora, es que comparen sus resultados con los demás integrantes del grupo y vean si pueden extraer alguna conclusión. Leo las preguntas orientadoras que aparecen en la consigna. Insisto en que puedan dejar por escrito un resumen de ese intercambio.

En este momento, golpean la puerta del salón para llamar a los estudiantes que participan de la ONU, para una reunión con otros cursos. Por ende, cuatro estudiantes se van de la clase. Les pido por favor que luego pidan lo que haremos en el resto de la clase porque es muy importante.

8.20 h damos por finalizada la actividad de cada grupo. Propongo ahora que charlemos entre todos sobre las conclusiones obtenidas. Pregunto qué grupo quiere contar lo que pudo observar de las mediciones. Un estudiante de 1G2 es el primer en levantar la mano y narra que todas las medidas, y también el cociente, les quedaron parecidas. A eso, una estudiante del 1G5 dice que las medidas de los lados de sus triángulos les quedaron “algunos parecidos y otros no tanto” y que la división sí era parecida, pero en algunos. Pregunto si alguien más quiere participar y desde 1G6 un estudiante cuenta que en su grupo obtuvieron 0,47, 0,48 y 0,49 para la división en el primer triángulo. Pregunto a otros grupos que no habían intervenido y comentan cuestiones similares. Todos coinciden en que los resultados de la división son parecidos, aunque hay algunos casos puntuales donde esto no se dio. En 1G9, una de las estudiantes dice que los triángulos construidos son distintos y que entre dos de ellas tienen resultados similares en la división, mientras que la tercera tiene algunos bastante distintos.

Para guiar la charla hacia la conclusión, continúo: “puede ser que en algunos grupos tengan los triángulos muy parecidos... pero, ¿a qué se debe eso?”. Algunos me dicen que se debe a que el ángulo es el mismo. Sigo: “que el ángulo es el mismo no hay dudas, así tenían que construir sus triángulos, pero ¿eso implica que tengan que ser igual de grandes?”. A esto último me responden que no. Repaso la construcción del triángulo y les hago ver que el triángulo construido podría haber tenido diferentes dimensiones. Por lo tanto, si los resultados en las primeras tres columnas son parecidos, es porque sus construcciones son parecidas. Pero, “¿qué es lo realmente interesante que pasa acá?”. Un estudiante de 1G5 responde “lo que pasa con la última columna”. Concluimos, entonces, que el valor $\frac{CO_{\alpha}}{H}$ no depende del triángulo rectángulo construido, solo depende de “el ángulo” (lo mencionan ellos).

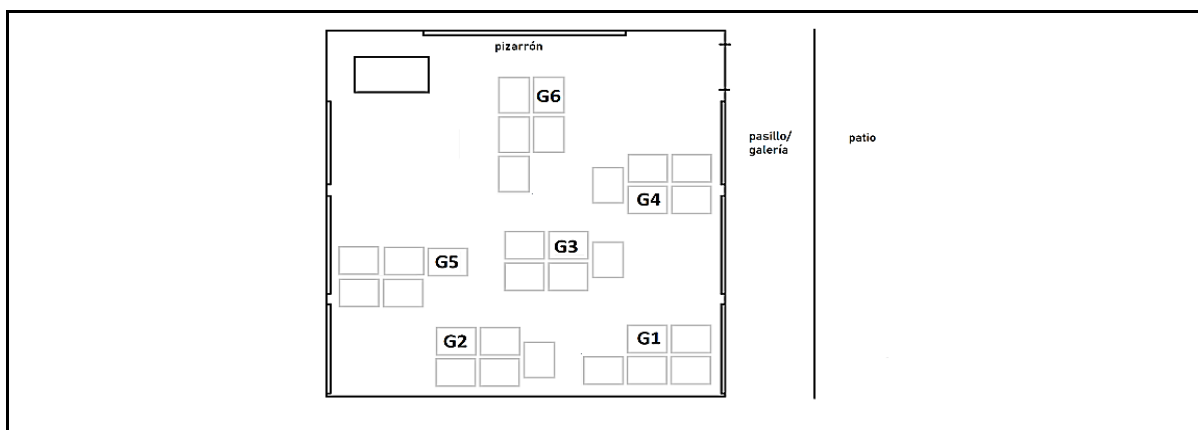
Siendo ya las 8.30 h, escribimos la definición del seno de un ángulo. Los estudiantes copian y, luego, indico que en las columnas vacías coloquen los encabezados $\frac{CA_{\alpha}}{H}$ y $\frac{CO_{\alpha}}{CA_{\alpha}}$. Destino cinco minutos para que puedan completar ahora esas dos columnas. Nuevamente, observamos que los resultados obtenidos son los mismos (aproximadamente) independientemente de los triángulos. Completamos la definición con las razones coseno y tangente de un ángulo.

En los últimos minutos pido que, por grupo, me entreguen dos copias de sus trabajos. Comento que la próxima clase es el jueves y comenzaremos revisando la tarea que había quedado para hoy. Nos despedimos.

Día 7 - Martes 10 de octubre. Horario: 7.30 - 8.50 h. Cantidad de alumnos: 30

Llegué a la institución a las 7.15 h. A las 7.30 h formamos en el patio y el director se toma aproximadamente unos 15 minutos para hacer algunos comentarios a los estudiantes. Habla sobre la recaudación de una jornada que se llevó a cabo el pasado fin de semana y la inversión que se hará con los fondos para la renovación del mobiliario de la escuela. También, anima a los estudiantes a que fortalezcan el estudio en las semanas restantes de clase.

Ingresamos al aula 7.45 h. Luego de presentar a la docente formadora que va a observar la clase, indico que se ordenen en grupos de acuerdo a la disposición prevista. Algunos estudiantes fueron reasignados debido a la ausencia de cuatro de ellos. En esta jornada, son 30 alumnos. Se ubican en el aula de la siguiente manera:



Una vez organizados en sus grupos, indico que, al igual que en la instancia grupal anterior, todos deben escribir en sus carpetas y entregarme un trabajo hacia el final de la clase. Además, comento que esta vez será una competencia y, por lo tanto, habrá un grupo ganador.

Como introducción, les cuento que la intención de esta clase es conocer algo de historia de la Matemática y las grandes aplicaciones que tiene la Trigonometría. De acuerdo a lo planificado, comienzo con las preguntas clave que voy dejando plasmadas en el pizarrón: “¿Qué está más cerca? ¿El Sol o la Luna? ¿Cuál es más grande? ¿Qué tanto más lejos está el Sol de la Luna?”. Todos prestan atención y participan respondiendo mis preguntas. La idea del eclipse surge por parte de ellos (luego de preguntar por algún fenómeno de los astros que nos pueda ayudar), al igual que la respuesta a la segunda pregunta, de manera casi inmediata. Estudiantes de los grupos 2G2 y 2G1 son los principales partícipes en este ida y vuelta. Las fases lunares tardan en aparecer, pero escucho al grupo 2G6 mencionarlo casi por lo bajo. Los dibujo en el pizarrón y propongo centrar la atención en el cuarto creciente. Cuando pregunto por qué vemos la Luna así, un estudiante de 2G4 comenta que se debe a cómo “le da el Sol”. Los estudiantes reconocen

rápidamente las posiciones de los astros cuando la Luna se encuentra iluminada de esa manera. Construido el triángulo rectángulo, al preguntar por los datos “accesibles”, surge primero la distancia de la Tierra a la Luna (estudiante de 2G3). Ante esto, recuerdo que nos situamos en el año 300 a.C., lo que nos lleva a descartar la idea, ya que no hay forma de averiguar dicha distancia. La segunda propuesta es el ángulo esperado. Introduzco entonces al personaje de Aristarco de Samos y su estimación de dicho ángulo en 87° . Repito la pregunta clave y, por las dudas, me detengo en aclarar qué entendemos cuando decimos “qué tanto más lejos...”. Menciono que nos referimos si una distancia es “el doble, triple, cuádruple o 10 veces la otra”. Llegado ese momento, les reparto la primera fotocopia. Son las 8.10 h. Comienzan a trabajar.

Las primeras dudas que surgen en los grupos giran en torno a la falta de datos para resolver el problema. Reconocen la similitud con ejercicios trabajados, pero manifiestan la necesidad de conocer la medida de alguno de los lados. La mayoría identifica los elementos del triángulo que interesan para el propósito de la actividad y escriben la medida del ángulo restante: 3° . Pasado unos minutos doy una primera orientación en el frente. Menciono que es verdad que “faltan datos” para conocer la medida de los lados, pero no necesitamos averiguar cuánto miden, sino qué tanto más grande es uno en comparación al otro. Siguen trabajando. El grupo 2G1 es el primero en mostrar buenos avances. En primer lugar, una de las estudiantes había propuesto medir los lados del triángulo para hacer el cociente, a lo cual sus compañeros le insistieron en que eso no servía porque el dibujo era simplemente un esquema. Descartada esa idea, intentan utilizar razones trigonométricas y un estudiante me dice haber llegado al resultado “20 veces” con la calculadora aunque no recuerda bien qué hizo. Lo animo a que recuerde su proceso ya que puede que esté correcto. Otro caso interesante es del grupo 2G2, donde uno de los estudiantes, mientras sus compañeros probaban otras cosas, se encaminó en la construcción con semicírculo y regla de un triángulo rectángulo con un ángulo agudo de 87° . Tuvo que pegar dos hojas de la carpeta para lograrlo. Ese método le permitió estimar una respuesta de “16 veces y media”. Lo felicito por la idea y le propongo que busquen ahora otro método, a partir de las razones trigonométricas y que luego compruebe la precisión de sus mediciones.

El grupo 2G3 reconoce que tienen que utilizar el coseno de 87° pero los integrantes no escriben nada aún. Les propongo que escriban cada idea, independientemente de si luego sirve o no. Ponen, entonces, $\cos(87^\circ) = \frac{CA}{H} \Rightarrow 0,05 = \frac{CA}{H}$ en sus hojas. Les propongo que piensen en la pregunta que buscamos responder e intenten interpretar esa última igualdad. Los grupos 2G4, 2G5 y 2G6 reconocen también que el coseno es la razón que relaciona los datos conocidos o de interés. Mientras los dos primeros no logran avanzar, el último de ellos hace algo distinto: asignan al cateto el valor 90 y determinan que la hipotenusa mide 1730. Me consultan cómo seguir. La elección del 90 parece haber sido un error derivado de la confusión entre medida de lados y ángulos. Sin embargo, les propongo que releen la consigna y vean si pueden responder algo a partir de esos números a los que llegaron.

Aviso que daré la última pista para esta primera parte de la fotocopia; los grupos 2G1 y 2G2 reniegan de esto último ya que entienden que “van ganando”. Introduzco, entonces, la idea de pensar en la distancia

Tierra-Luna como un viaje (escribo el 1 sobre el cateto en el pizarrón). A partir de allí, todos los grupos, más o menos rápido, completan la primera parte, a excepción del grupo 2G5. En este grupo noto que aún no hay un dominio fortalecido de las razones trigonométricas y cuesta el uso de la calculadora. Una estudiante del mismo me dice con cierta desmotivación que “no les sale nada”. Con mi ayuda, completan la primera parte.

La segunda parte no presenta grandes dificultades en general. Los estudiantes notan que se trata, ahora sí, de un ejercicio “como los de antes”, donde no faltan datos. Los grupos 2G1 y 2G2 se apresuran por terminar para ganar la competencia. Casi todos los grupos cometen el error de decir que la aproximación falló en 2°, sin contar los minutos y segundos. Se los hago notar e intento reforzar la utilización del sistema sexagesimal en la calculadora.

A las 8.40 h, 10 minutos antes de finalizar la clase, les solicito que envíen al delegado del curso un audio por grupo donde comenten cómo fue el intercambio en la resolución del problema: dificultades, ideas aportadas, descartadas, dudas, discusiones, etc. Les comento que la idea del formato audio es que se expliquen más que en el formato escrito, como la vez pasada.

Los grupos 2G1 y 2G2 son, entonces, los primeros en terminar la actividad del día y la competencia se define como un empate entre ellos. A recomendación de la docente coformadora, les doy la opción que graben los audios en el patio para que el bullicio no estorbe. Con el timbre del recreo, los grupos que aún tenían que hacerlo, me entregan sus trabajos.

Nos despedimos.

Día 9 - Jueves 19 de octubre. Horario: 11.55 - 13.05 h. Cantidad de alumnos: 33

Ingresamos al aula a las 12 h. Para mi sorpresa, los estudiantes ya se encuentran dispuestos en grupos, de entre cuatro y siete integrantes cada uno. Aprovecho la disposición y les indico que se mantengan de esa forma ya que trabajaremos nuevamente en grupos. Al parecer, trabajaron con la misma modalidad en la materia anterior. Me da la sensación que los grupos fueron armados por ellos mismos, pero con ciertas intervenciones del docente a cargo en ese momento. Decido mantenerlos de esa manera. Se encuentran dispuestos de la siguiente manera:



Antes de comenzar con la actividad del día, propongo que corriamos el ejercicio que había quedado de tarea. Una estudiante se ofrece a pasar y copia su resolución. Como ha ocurrido otras veces, comete el siguiente error en un paso de la resolución de una ecuación:

$$0,53 = \frac{24}{y} \Rightarrow \frac{0,53}{24} = y$$

A partir de allí, arrastra errores al utilizar el teorema de Pitágoras para hallar el lado restante. Repaso su resolución para todo el curso, que escucha atentamente. Me detengo lo necesario en el despeje de la ecuación. También recomiendo, para hallar la medida del lado restante, utilizar razones trigonométricas que relacionen los datos iniciales del ejercicio, y así evitar el arrastre de errores.

A las 12.15 h concluimos la socialización y reparto a cada estudiante una copia del trabajo del día, como así también tres triángulos rectángulos de cartulina por grupo. Leo las consignas de modo general y comienzan a trabajar.

Los estudiantes hallan sin problema y rápidamente los ángulos desconocidos. Respecto a la relación que verifican estos ángulos, a excepción de los grupos 3G2 y 3G3, los demás no entienden qué tipo de respuesta se espera, o a qué se refiere cuando dice “relación”. Reformulaciones como “¿Qué cumplen los ángulos α y β ? ¿Cómo lograron determinar uno a partir del otro?” destrabaron el conflicto. Algo que llamó mi atención es que ningún estudiante recordaba que los ángulos cuyas medidas suman 90° reciben el nombre de complementarios. Es por eso que, muchos de ellos, escribieron la relación directamente como “suman 90° ”.

La completación de la tabla no presentó dificultades. Los estudiantes realizan estas cuentas con calculadora y aproximan los resultados con las primeras dos cifras decimales. Para las 12.30 h, todos los grupos se encuentran pensando en la consigna 2b. Observo los datos que volcaron a las tablas cuando recorro los grupos y todos han hecho bien las cuentas, con los mismos resultados en las columnas correspondientes.

En ese momento, surgieron algunas cuestiones interesantes. Me acerco al grupo 3G1 y uno de los estudiantes se encuentra haciendo cuentas con la calculadora. Le pregunto cómo vienen y me dice que está probando otros ángulos además de los que tenían sus triángulos. Me muestra que, cuando calcula $\sin(45^\circ)$, obtiene el mismo resultado que cuando hace $\cos(45^\circ)$ (caso diferente a los de su tabla). Lo felicito por la búsqueda de más casos y les pregunto a los cuatro integrantes cómo escribirían esa propiedad que sospechan que es cierta. Al igual que en otros grupos, reconocen todos los elementos en juego para enunciar la propiedad, pero encuentran dificultades para articularlos en una implicancia lógica. Responden con frases como “ $\sin(\alpha) = \cos(\beta)$ y α y β suman 90° ”. Al notar esta dificultad, traigo el recuerdo para todo el curso de cuando hablamos acerca de “qué es un teorema”. Algunos estudiantes lo recuerdan y responden que “un teorema es una verdad matemática”. Propongo, entonces, que piensen de ese mismo modo esta actividad; busquemos enunciar una verdad matemática. Menciono el teorema de Pitágoras y la propiedad de la suma de los ángulos interiores de un triángulo como ejemplos y los enuncio con énfasis verbal en su

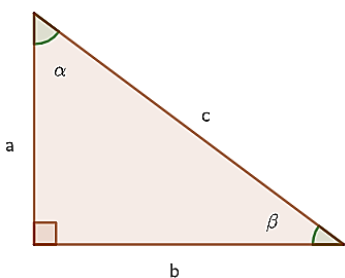
estructura: “si pasa ... , entonces pasa ... ”. A partir de allí, la mayor parte de los grupos logra avanzar. Un estudiante del grupo 3G3 me llama y me pregunta si está bien enunciada la propiedad. Había escrito únicamente: “ $\text{sen}(\alpha) = \text{cos}(\beta)$ y $\text{cos}(\alpha) = \text{sen}(\beta)$ ”. Le pregunto “¿Eso pasa siempre? ¿O los ángulos tienen que respetar alguna condición?”. Me responde “si suman 90° ”. Uno de sus compañeros, en un borde de la fotocopia, esboza unos dibujos. Miro con detalle y me encuentro con lo siguiente. El estudiante había asignado los valores 1, 2 y 3 a los lados de un triángulo rectángulo (no es posible pero no importa) y, a partir de las definiciones de seno y coseno, había probado la propiedad conjeturada. Lo felicito y le hago saber que con ese razonamiento había acabado de demostrar un teorema. Sonríe y me agradece. A las 12.45 h con todos los grupos empezamos a pensar el tercer apartado, pido atención y escribo en el pizarrón la propiedad.

Teorema. Si α y β son complementarios, entonces $\text{sen}(\alpha) = \text{cos}(\beta)$

Doy indicaciones para la última parte. Propongo que piensen en las definiciones de seno y coseno. Los estudiantes trabajan unos 10 minutos intentando probar la propiedad. En el grupo 3G6, piensan sobre uno de los triángulos de cartulina, lo cual dificulta abstraerse de las medidas allí explicitadas. Me piden ayuda y les pregunto la definición del seno y coseno. Responden y les propongo que sobre ese triángulo piensen, entonces, cuál es el cateto opuesto y cuál es el cateto adyacente de cada ángulo, el α y el β . Una de las integrantes exclama “¡Ah ya sé!”, como si hubiese notado cómo proseguir.

Cuando quedan unos cinco minutos para el fin de la clase, pido atención para hacer un cierre en el pizarrón. Escribo, entonces, a partir de ir preguntando y dejándome guiar por los aportes de los estudiantes, la demostración del teorema. Sí propongo nombrar los lados del triángulo como a, b, c para ordenar la prueba. Participan principalmente integrantes de los grupos 3G1, 3G3 y 3G6.

Teorema. Si α y β son complementarios, entonces $\text{sen}(\alpha) = \text{cos}(\beta)$



$$\text{sen}(\alpha) = \frac{\text{CO}_\alpha}{H} = \frac{b}{c}$$

$$\text{cos}(\beta) = \frac{\text{CA}_\beta}{H} = \frac{b}{c}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{sen}(\alpha) = \frac{b}{c} \\ \text{cos}(\beta) = \frac{b}{c} \end{array} \right\} \text{sen}(\alpha) = \text{cos}(\beta)$$

Entonces, $\text{sen}(\alpha) = \text{cos}(\beta)$

Todos copian esta demostración y damos por finalizada la clase. Me entregan una copia por grupo, en la cual pegaron los triángulos con los que trabajaron. Nos despedimos.

Referencias bibliográficas

- Brousseau, G. (1986). Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7(2), 33-115. <https://revue-rdm.com/1986/fondements-et-methodes-de-la/>
- Brousseau G. (1994). *Los diferentes roles del maestro en Didáctica de Matemáticas*. Paidós Educador.
- Camelo Bustos, F.J. y Mancera Ortiz, G. (2005). El sentido, una característica importante en las situaciones didácticas y los campos conceptuales: una propuesta metodológica para el aprendizaje de las matemáticas. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (18), 5-16. <https://doi.org/10.17227/ted.num18-456>
- Charnay, R. (1988). Aprender (por medio de) la resolución de problemas. En C. Parra e I. Saiz (Comp.). *Didáctica de Matemáticas. Aportes y reflexiones* (pp. 51-63). Paidós Educador.
- Crippa, A., Chemello, G., Barallobres, G. y Hanfling, M. (2008). *Problemas de la enseñanza de la matemática*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. McGraw-Hill.
- Gómez Chacón, I. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Narcea.
- Larios Osorio, V. (2003). Si no demuestro... ¿enseño Matemática? *Educación Matemática*, 15(2), 163-178. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40515207>
- Mántica, A.M. y Carbó, A.L. (2016). Estudio de procesos de formulación y validación de conjeturas con estudiantes de secundaria en interacción con pares. *Unión: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 12(48). <http://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/528>
- McLeod, D.B. (1989). Beliefs, Attitudes, and Emotions: New Views of Affect in Mathematics Education. En D.B. McLeod y V.M. Adams (Eds.). *Affect and mathematical problem solving: A new perspective* (pp.245-258). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3614-6>
- Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe. (2014). *Diseño Curricular Educación Secundaria Orientada*. Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe. <https://www.santafe.gov.ar/index.php/educacion/content/download/218364/1135170/file/Anexo%20II%20Resol%202630-14.pdf>
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2da Ed.). Princeton Univeersity Press.
- Radford, L. (2023). ¿Qué significa aprendizaje colectivo? ¿Cómo lograrlo en la clase de matemáticas? *Μαθηματικά: Epistemología e Educação*, 1(0). <https://doi.org/10.51359/2965-1794.2023.257280>
- Richardson, F.C. y Suinn, R.M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>
- Vicuña Valdés, M. (2016). *Teoría de situaciones didácticas en la enseñanza de la geometría: Criterios de congruencia de triángulos*. [Tesis de pregrado]. Universidad Alberto Hurtado. <http://repositorio.uahurtado.cl/handle/11242/23973>

Uso crítico de herramientas tecnológicas en el trayecto de la formación de docentes de Matemática. El caso de la FCEIA - UNR

Critical use of technological tools in the path of mathematics teacher training. The case of the FCEIA - UNR

Mailén Dimenna
maidimenna@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo realizamos un estudio cualitativo puesto que buscamos estudiar formas en las que los docentes recibidos del Profesorado en Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, implementen tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en sus clases. Con este objetivo en mente y para recolectar información pertinente e imprescindible, utilizamos encuestas abiertas a distintos docentes recibidos de dicha carrera, una entrevista semi-estructurada a una doctora en Matemática que estuvo a cargo de Recursos Tecnológicos en Educación Matemática durante cinco años, y un grupo enfocado entre las docentes a cargo de las distintas Prácticas Profesionales Docentes. Los resultados obtenidos se relacionan con la implementación crítica de TIC en las aulas, el reconocimiento de las distintas herramientas tecnológicas que se promueven en el Profesorado de Matemática, así como propuestas innovadoras destinadas a las asignaturas en cuestión. Por este último comentario, el presente trabajo es un aporte a la sociedad que se enfoca en el uso crítico de TIC en el Profesorado de Matemática de la UNR que a su vez abre posibles líneas de trabajo sumamente interesantes que detallamos como aporte.

Palabras clave

Herramientas tecnológicas. TIC. Matemática. Formación docente. Propuestas innovadoras.

Abstract

In the present work we carry out a qualitative study since we seek to study ways in which teachers received from the Teaching Staff in Mathematics, Faculty of Exact Sciences, Engineering and Surveying of the National University of Rosario, implement information and communication technologies (ICT) in their classes. With this objective in mind and to collect relevant and essential information, we used open surveys with different teachers received from said career, a semi-structured interview with a doctor in Mathematics who was in charge of Technological Resources for five years, and a group focused between the teachers in charge of the different Professional Teaching Practices. The results obtained are related to the critical implementation of ICT in classrooms, the recognition of the different technological tools that are promoted in Mathematics Teachers and innovative proposals aimed at the subject of Technological Resources and Professional Teaching Practice. For this last comment, the present work is a contribution to society that focuses on the critical use of ICT in the Mathematics Faculty of the UNR, which in turn opens possible extremely interesting lines of work that we detail as contribution.

Keywords

Technological tools. ICT. Mathematics. Teacher training. Innovative proposals.

1. Presentación

En el presente trabajo abordamos la problemática en la que se envuelve la educación con respecto al avance tecnológico. Puntualmente, nos enfocaremos en el papel que tienen las tecnologías en las clases de Matemática y en la forma en las que se aplican en las clases de dicha asignatura. En este marco, nos centraremos en la carrera Profesorado en Matemática dictado en la FCEIA-UNR, y nos proponemos como objetivo indagar en las formas en las que un estudiante de dicha carrera puede utilizar críticamente recursos tecnológicos en sus futuras prácticas. Investigaremos autores que hayan abordado esta problemática para adentrarnos al tema y tener un punto de partida para luego plantear nuestro Proyecto de Innovación en Educación Matemática.

1.1. Problemática

La educación en la Argentina (y en todo el mundo) está constantemente atravesada por un gran desarrollo tecnológico. Desde el siglo XX se crean herramientas tecnológicas con distintos fines que, en particular, son algunas de ellas las que hoy en día se podrían utilizar en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Según Rodríguez Gordo (2017), “El papel fundamental de las tecnologías en la educación debería pivotar en torno al concepto de PLE, *Personal Learning Environment*” (p.59). Este concepto nació en Reino Unido en el año 2001 y trata de denominar a aquellos sistemas por los cuales se ayuda a los estudiantes a controlar su propia enseñanza, a gestionar el contenido y el proceso de aprendizaje, y ayuda a la comunicación con los otros.

En particular, en clases de Matemática los recursos tecnológicos que suelen ser aplicados en la práctica de la enseñanza son las calculadoras, las computadoras, los celulares, las aplicaciones, los proyectores, etc. Resulta importante que los docentes no sean resistentes a estas innovaciones y puedan implementarlas ya que justamente se trata de *herramientas* para favorecer y mejorar la enseñanza. Según Papert (2001; citado en Villarreal, 2012), los medios digitales para el trabajo intelectual juegan el mismo papel que jugó la escritura en siglos pasados. Es por ello que se requiere un cambio en cómo pensar la educación, donde hay que ser conscientes que la tecnología no es una solución, sino una herramienta. Sin embargo, como docentes también amerita que analicemos hasta qué punto utilizarlos, cuándo incluirlos, cuándo no y cómo implementarlos en una clase.

Se hallan constantemente herramientas que permiten favorecer los procesos de enseñanza y de aprendizaje; sin embargo, tenemos que ser capaces de poder utilizarlos, decidir cuándo y cómo implementarlos. Como menciona Villarreal (2012), resulta importante comprender que la producción de conocimiento se ve condicionada por los medios utilizados, y tales medios transforman las prácticas, los contenidos y las formas de conocer. También se requiere aprender a delimitar el uso de las herramientas para que ni los estudiantes ni los docentes generen una dependencia con ellas.

En general, es posible reconocer la intención de numerosos docentes de Matemática de promover el uso de las tecnologías para la realización de ejercicios, para visualizar gráficas, para corroborar resultados, para ahorrar cálculos, etc. Sin embargo, para poder aplicar todos estos recursos en las clases, resulta necesario que el cuerpo docente tenga adecuado manejo de las herramientas. No hacemos referencia a cuando solo se utiliza un proyector para visualizar cosas en una clase, sino cuando la tecnología atraviesa el aprendizaje.

Coincidimos con Villarreal (2012) en la importancia de reconocer la condición mediadora de las tecnologías, la cual requiere propuestas que promuevan pensar y aprender con las TIC, para evitar caer en una dependencia de las tecnologías. Consideramos que dicha dependencia se produce cuando las TIC son indispensables para realizar o comprender determinados contenidos matemáticos.

Por estos motivos, mediante el Proyecto de Innovación en Educación Matemática buscamos abordar el uso crítico de las herramientas tecnológicas en el trayecto de la formación de docentes de Matemática. Sostenemos que, en caso contrario, los mismos no estarían en condiciones adecuadas para aplicarlas y, de esa forma, podrían generar confusión o inconvenientes en los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Por lo mencionado, surge el siguiente interrogante: ¿Cómo un futuro docente de Matemática puede hacer un uso crítico de recursos tecnológicos?

1.2. Interrogantes

Ante el panorama presentado, emerge como interrogante general: ¿Cómo un estudiante del Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR puede dar un uso crítico a los recursos tecnológicos en sus futuras prácticas?

Específicamente se indaga: ¿De qué manera implementan hoy las TIC en las clases de Matemática los docentes recibidos en dicho Profesorado? ¿Qué herramientas tecnológicas para implementar en futuras prácticas docentes se promueven en el trayecto de Práctica Profesional Docente, y en el

Profesorado en Matemática en general, como propone el plan de estudio de la carrera? ¿Qué propuestas innovadoras que involucren uso crítico de TIC aportarían a la mejora de los procesos de enseñanza y de aprendizaje?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Analizar formas en que un estudiante del Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR puede utilizar críticamente recursos tecnológicos en sus futuras prácticas.

Objetivos específicos

- Identificar la forma en la que los docentes recibidos del Profesorado en Matemática implementan TIC en sus clases.
- Reconocer las herramientas para la implementación crítica de tecnologías que se promueven en el trayecto de Práctica Profesional Docente del Profesorado en Matemática y en la carrera en general.
- Delimitar propuestas, en el ámbito de formación inicial o continua, en las que la implementación de recursos tecnológicos mejore la enseñanza a partir del uso crítico.

1.4. Antecedentes

En esta sección se encuentran distintos autores que han investigado acerca del uso crítico de herramientas tecnológicas por parte de estudiantes de Profesorado en Matemática y de profesionales. Las mismas fueron halladas en el portal denominado Dialnet, situados en un contexto iberoamericano de lo investigado en los últimos cinco años, todas escritas en español.

Sola *et al.* (2022) hicieron un estudio acerca del uso de herramientas tecnológicas (videotutoriales y aplicaciones) para el estudio de conceptos matemáticos por parte de estudiantes del Profesorado en Matemática de tres instituciones de la provincia de Santa Fe. Destacan que, a partir de la modificación de los objetivos que tiene la educación con respecto al nivel de formación y capacidad de innovación, “(...) hay un mayor interés en las potencialidades de las tecnologías digitales para la enseñanza y el aprendizaje priorizando un estudio empírico de los usos que tanto profesores como estudiantes hacen de ellas para el transcurso de las actividades educativas” (p.2).

Resaltan la importancia de los recursos digitales aplicables por un docente en sus clases de Matemática con la intención que sean utilizados por sus estudiantes para el estudio de conceptos matemáticos. Estos medios abren la posibilidad de desarrollar clases más dinámicas, donde el

alumno pase a tener una nueva relación con el conocimiento y, al mismo tiempo, se pongan en consideración las potencialidades de las herramientas.

También, las autoras hablan sobre el uso crítico de estas tecnologías. Comentan que hay ocasiones en las que se utilizan y ejecutan de forma instintiva sin ningún análisis pedagógico, lo cual puede generar un uso no tan provechoso para los estudiantes.

Con respecto al uso crítico de las herramientas, podemos considerar lo investigado por Vilchez Guizado y Ramón Ortiz (2022), quienes coinciden con Rodríguez-García (2019; citado en Vilchez Guizado y Ramón Ortiz, 2022, p.392), al sostener que “(...) muchos profesores en Matemática, no utilizan de manera pertinente los recursos que brinda la tecnología en su acción como docente y, tienen escasa motivación para integrar a su tarea de enseñanza a los estudiantes”. También afirman que existe una actitud, por parte de profesores en Matemática, reacia a su uso, y parecen entender a las TIC como una distracción o amenaza para la buena práctica docente.

A raíz de esto, se enfatiza la relevancia de tener en cuenta que las tecnologías por sí solas no cambian los ambientes de aprendizaje. Para ello, requieren intervenciones intensas, donde las tecnologías acompañen los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Marcelo *et al.*, 2015).

Otro aspecto trascendente es la propuesta que se ha llevado a cabo. Mediante un cuestionario, se ha observado cuán importante consideran a las tecnologías desde el Profesorado en Matemática. Se pudieron evidenciar falencias y deficiencias que muestran los profesores en su desempeño en el escenario de la virtualidad. Además, en particular se mostró que al inicio de la pandemia del Covid-19, más del 70% de los docentes no utilizaban las tecnologías ni estaban en condiciones de diseñar actividades de aprendizaje o desarrollar clases virtuales.

Con relación a lo mencionado, Vilchez Guizado y Ramón Ortiz (2022) expresan que “(...) La gestión de la enseñanza, implica el manejo de un conjunto de tareas, procedimientos y acciones a llevar a cabo de manera planificada y sistemática por parte del Profesorado, orientadas a la formación del estudiantado para insertarse de manera eficiente en el contexto de una sociedad digitalizada” (p.396). En otras palabras, se manifiesta la necesidad que desde el Profesorado se propicie una formación adecuada con respecto a las tecnologías.

Por otro lado, otra investigación que nos interesa tiene como objetivo conseguir que el futuro profesor domine las técnicas relacionadas con las transformaciones geométricas, a la vez que mejora la competencia digital, matemática y didáctica.

García-Lázaro y Martín-Nieto (2023) afirman que uno de los retos principales que tienen los futuros docentes es, además de dominar el área de conocimiento, nutrirse de destrezas en la

competencia digital y comunicativa para realizar de manera eficaz la transmisión de conocimiento. Además, comentan que se necesita un desarrollo de prácticas docentes generadoras con TIC, más allá de la formación individual en cuanto a esta materia del Profesorado (Colás-Bravo *et al.*, 2019; citado en García-Lázaro y Martín-Nieto, 2023).

Una de las habilidades que se destacan como importantes a desarrollar por parte de los futuros docentes, es el uso adecuado de diferentes representaciones de un objeto matemático acompañado de recursos tecnológicos, en los casos que se pueda (Vargas-Díaz y Apablaza, 2019; citado en García-Lázaro y Martín-Nieto, 2023). Durante el proceso de investigación, se pudo evidenciar la necesidad de implementar actividades en el aula que faciliten alcanzar la competencia didáctica y digital durante los procesos de formación de los futuros docentes (López, 2012; citado en García-Lázaro y Martín-Nieto, 2023).

Por último, destacaron la necesidad de proveer de competencias digitales docentes al futuro profesor a través de la adecuada inclusión de las TIC. Comentan la importancia del acceso a recursos digitales que faciliten el acercamiento a los conocimientos matemáticos básicos mientras desarrollan la competencia.

Las investigaciones analizadas evidencian la necesidad de incorporar destrezas en la competencia digital por parte de los estudiantes de Profesorado en Matemática, para luego aplicar herramientas tecnológicas en las clases. Destacan el uso crítico de las mismas mediante intervenciones intensas, donde en caso contrario hace patente falencias por ser utilizadas de forma no pertinente. Además, se observa que la pandemia Covid-19 fue un factor determinante en la enseñanza y un quiebre para los docentes que no utilizaban tecnologías en sus clases. El estado de emergencia obligó a que la educación articule con la virtualidad y con las tecnologías. Resta indagar sobre cómo se promueven estas herramientas tecnológicas en la carrera Profesorado en Matemática para que luego las mismas logren ser aplicadas críticamente.

2. Marco teórico referencial

En esta sección explicitamos las nociones teóricas sobre las que se basa este trabajo. En primer lugar, detallamos qué entendemos por Educación Matemática, a partir del concepto de educación y con la interiorización en la especificación que nos interesa.

Luego, hacemos foco en las TIC y el uso crítico de las mismas. Indagamos en la importancia y en la necesidad de incorporar tecnologías en la educación de forma consciente y útil.

Por último, detallamos cómo es la formación docente en Argentina, en particular el Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR.

2.1. Educación Matemática

La educación puede ser entendida como un proceso de conducir, de guiar y de extraer el caudal de experiencias que cada uno tiene, y es flexible desde una posición de liderazgo del que educa y desde un aprendizaje significativo del que aprende.

Coincidimos con Díaz Domínguez y Alemán (2008) en que la educación es un proceso que lleva implícitamente la idea del avance y del progreso. Lograr la educación de un individuo implica el final conseguido. Consideramos la acción social (educar) sobre los individuos (seres sociales) que se capacitan (desarrollo de capacidades) para comprender su realidad y ser capaces de transformarla de manera consciente, equilibrada y eficiente. Por ello es que sostenemos que la educación es un proceso integral que abarca la transmisión de conocimientos, la formación de habilidades, la construcción de valores y actitudes, la socialización y la preparación para el futuro. En efecto, se considera un componente esencial para el desarrollo individual y el progreso de la sociedad en su conjunto. La educación implica la idea de optimización, es decir, que quien intenta educar a otros (heteroeducación) o quien pretende educarse (autoeducación) asume la idea del perfeccionamiento del individuo social; por tanto, este constituye una función de la sociedad.

En este contexto, puntualizamos en la Educación Matemática que es una rama específica de la Educación que se centra en la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática. Como ciencia, tiene como objeto de estudio la relación entre los saberes, la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos matemáticos.

El objetivo principal de la Educación Matemática consiste en desarrollar el entendimiento de conceptos matemáticos, habilidades y actitudes en los estudiantes. La misma tiene como propósito proporcionar a los estudiantes las herramientas necesarias para comprender y aplicar conceptos matemáticos.

La didáctica de cualquier materia significa, según Freudenthal (1991; citado en Godino, 2010), la organización de los procesos de enseñanza y de aprendizajes, relevantes para tal materia. Para Brousseau (1989; citado en Godino, 2010), la didáctica es la ciencia que se interesa por la producción y comunicación del conocimiento. El objetivo de la misma es saber qué es lo que se produce en una situación de enseñanza.

Particularmente, la Didáctica de la Matemática, según Steiner (1985; citado en Godino, 2010), se aproxima a lo que Piaget denominó transdisciplinariedad, lo que sitúa a las investigaciones e

innovaciones en didáctica dentro de las interacciones entre las múltiples disciplinas (Psicología, Pedagogía, Sociología, entre otras, con la Matemática como disciplina científica).

Como principales pioneros de esta ciencia reconocemos a Guy Brousseau, Gérard Vergnaud e Yves Chevallard. Estos investigadores revolucionaron el estudio de la enseñanza de la Matemática al enfocarse en el aprendizaje de los estudiantes y en problematizar el saber a enseñar.

Para Brousseau (1986; citado en Godino, 2010), el objeto de estudio de la Didáctica de la Matemática es la situación didáctica, entendida como un conjunto de relaciones establecidas explícita o implícitamente entre un estudiante, un cierto medio y un sistema educativo con la finalidad de lograr que esos estudiantes se apropien de un saber constituido o en vías de constitución. En efecto, la entiende como la ciencia de las condiciones específicas de la difusión de los saberes matemáticos útiles a las personas y las instituciones humanas. En otras palabras, consiste en el estudio de la evolución de las interacciones entre un saber, un sistema educativo y los alumnos, con objeto de optimizar los modos de apropiación de este saber por el sujeto.

Gerárd Vergnaud (1990) desarrolló la Teoría de los Campos Conceptuales, ya que considera que la Didáctica de la Matemática hace énfasis en el par saber-alumno. Vergnaud es discípulo de Piaget, y se propone ampliar y redireccionar la teoría piagetiana de las operaciones lógicas generales y de las estructuras generales del pensamiento, para el estudio del funcionamiento cognitivo del sujeto en situación.

Por su parte, Chevallard (1997; citado en Godino, 2010) considera que la Didáctica de la Matemática trata del estudio de la Matemática. Sostiene que es la ciencia del estudio y de la ayuda al estudio de la Matemática, donde su objetivo es llegar a describir y caracterizar los procesos de estudio para proponer explicaciones y respuestas sólidas a las dificultades con que se encuentran todos aquellos que se ven llevados a estudiar Matemática o ayudar a otros a hacerlo.

2.2. TIC y uso crítico

En estos días, se remarca la relevancia de formar a estudiantes en el uso de las TIC con objetivos académicos. Se los impulsa a generar autonomía y exploración que los enriquezca como profesionales. Según la Universidad Internacional de La Rioja (UIR, 2020), los estudiantes actuales han crecido con Internet, por ello son considerados como nativos digitales.

Las TIC son un conjunto de técnicas, desarrollos y dispositivos basados en las nuevas herramientas tecnológicas (hardware y software) que permiten procesar y compartir información. También, nos referimos al proceso de obtener, almacenar, procesar y transmitir informaciones de forma digital.

Estas tecnologías han tenido un impacto significativo en la forma en que las personas nos comunicamos, accedemos a la información, trabajamos y nos relacionamos en la sociedad actual. Las TIC abarcan una amplia gama de dispositivos, sistemas y aplicaciones que facilitan la comunicación y el intercambio de datos. Han dado lugar a nuevas oportunidades y desafíos en la sociedad actual, y desempeñan un papel clave en la innovación y el desarrollo en diversos campos.

Podemos ver reflejado en la educación nacional este impacto de las TIC, a partir del artículo 30 de la LEN N° 20206, referido a la educación, las tecnologías y los medios de comunicación:

ARTÍCULO 100.- El Poder Ejecutivo Nacional, a través del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología, fijará la política y desarrollará opciones educativas basadas en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación y de los medios masivos de comunicación social, que colaboren con el cumplimiento de los fines y objetivos de la presente ley (p.30).

Notamos, así, y de acuerdo nuevamente con lo desarrollado por la UIR (2020), el mundo actual no se concibe sin las tecnologías; por ello el ámbito educativo tiene la necesidad de incluirlas como un método de abordar las diferentes materias y contenidos. La forma de los estudiantes de recibir y procesar la información, y de relacionarse con el entorno, hace imprescindible incluir las tecnologías en las aulas. Por otro lado, el compromiso para formar ciudadanos, obliga a los docentes a adaptarse a los cambios tecnológicos. Por ello, para poder implementar las TIC, es necesario que los docentes se formen y conozcan dichas herramientas y logren aplicarlas, y que atiendan a los objetivos curriculares propuestos.

Debido a que las TIC son ahora un instrumento esencial a la hora de ofrecer a los estudiantes una formación integral que les permita desarrollar todas sus capacidades y habilidades tecnológicas; es responsabilidad del cuerpo docente usar y enseñar un uso crítico de las mismas. La formación de los docentes en competencias y habilidades digitales resulta fundamental, puesto que ellos son los que transmiten los conocimientos a los alumnos enmarcados dentro del sistema educativo. La relevancia está en hacer esto de forma crítica. Cuando hacemos referencia al uso crítico de tecnologías, nos enfocamos en que los educadores y educandos comprendan sus responsabilidades y riesgos como ciudadanos digitales, pese a encontrarse en un entorno tecnológico social y académico seguro.

Por otro lado, coincidimos con Villarreal (2012) acerca de que los medios digitales son los medios para el trabajo intelectual, y que la tecnología no es la solución a los inconvenientes de la educación, sino que constituye una herramienta. También, acordamos con la noción “humanos-

con-medios” que la autora propone. Las dos ideas centrales que nos trae son que la cognición social (por eso “humanos”) y que también incluye herramientas que llamamos “medios”, con las cuales se produce el conocimiento.

Estos medios además son constitutivos del conocimiento, o sea, si estuvieran ausentes, el conocimiento construido sería otro. Es decir que toda producción de conocimiento se ve condicionada por los medios utilizados. Estos transforman las prácticas profesionales, los contenidos y las formas de conocer. Esta posición de coautor que tienen los medios en la producción de conocimientos, permite comprender el papel de las TIC en la escuela, con carácter potenciador y reorganizador.

2.3. Formación Docente

En la provincia de Santa Fe, la formación docente tiene una relevancia estratégica en el desarrollo de las potencialidades de los jóvenes, y en la renovación de las instituciones educativas. Según el Ministerio de Educación de esta provincia (s.f.), los nuevos escenarios demandan una profunda formación que convoca a abrir el pensamiento, a observar nuevamente y a crear para dar respuestas a los estudiantes del nuevo milenio. Es por esto que, a partir de las ideas de sujeto, conocimiento, sociedad, educación e institución educativa, se definen propuestas pedagógico-didácticas que dan lugar al diseño curricular de la Formación Docente para la Educación Secundaria en las distintas áreas.

Como es de público conocimiento, la educación secundaria es obligatoria en Argentina. El Ministerio de Educación (2016) la concibe como “unidad pedagógica y organizativa destinada a adolescentes y jóvenes que hayan cumplido con el nivel de Educación Primaria” (p.1). El nivel secundario tiene como objetivo habilitar a jóvenes y adolescentes para el ejercicio pleno de la ciudadanía, para el trabajo y para la continuación de estudios superiores.

La Educación Formal tiene como última instancia obligatoria el nivel secundario, del cual se persigue que los estudiantes se lleven conceptos y destrezas de las ramas sociales, humanísticas, técnicas y científicas, hipótesis, procedimientos y definiciones construidas por ellos mismos.

Luego del nivel secundario, los estudiantes que inician estudios superiores ingresan a la Educación Superior, ya sea nivel terciario, tecnicatura o universitario. Aquí es donde encontramos la formación de los docentes, que luego contribuyen con el crecimiento de la comunidad.

En particular, nos centramos en la formación de docentes que brinda la FCEIA-UNR de carácter universitario, carrera denominada “Profesorado en Matemática”. La misma tiene como objetivos contribuir al mejoramiento de la enseñanza de la Matemática en los niveles Secundario, Terciario

y Universitario. Dado que entiende a la enseñanza como un proceso complejo de múltiples dimensiones, propende a formar docentes con capacidad para producir reflexiones críticas sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje, así como formar profesionales con capacidad creativa, en condiciones de ofrecer e implementar propuestas novedosas e interesantes.

Nos basamos en el plan de estudios de la carrera de Profesorado en Matemática del año 2018, que tiene por finalidad la formación pedagógica, científica y técnica de docentes para desarrollar su práctica en el área de la Matemática, en los distintos niveles del sistema educativo mencionados anteriormente, y en el ámbito de la formación no formal.

El mencionado plan prevé una carrera que tiene una duración de cuatro años. El mismo se estructura sobre la base de cuatro Campos de Formación (Disciplinar Específica -CFDE-, con Áreas de Conocimiento; Pedagógica -CFP-; General -CFG-; Práctica Profesional Docente -CFPPD-).

En el CFDE las actividades curriculares que lo conforman son todas las vinculadas a lo Matemático. Las materias son Análisis Matemático (I, II, III y Superior), Álgebra (I, II, Lineal y Superior), Geometrías (del plano y del espacio), Resolución de Problemas, Probabilidad y Estadística, Matemática Discreta, Física, Didáctica de la Matemática, Historia y Fundamentos teórico-epistemológicos de la Matemática, Modelos Matemáticos, Proyectos Innovadores en Educación Matemática y Recursos Tecnológicos en Educación Matemática. Según el plan de estudios, esta última materia comprende la experimentación de ambientes virtuales para el aprendizaje, utilización de dispositivos didácticos, introducción a programas computacionales educativos, análisis de la pertinencia de los recursos tecnológicos para la Resolución de Problemas matemáticos, sus posibilidades y limitaciones, con tendencia a la formación de criterios de selección de problemas, así como de recursos tecnológicos para la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática.

El CFP está conformado por Pedagogía, Currículum y Didáctica, y Sujetos y Aprendizajes. Tiene como objetivo general la construcción de competencias para el ejercicio de la práctica docente.

Dentro de las actividades del CFG, encontramos Programación, Historia social y del Sistema Educativo en Argentina, y Examen de Suficiencia de Inglés.

Y, por último, el CFPPD contempla las materias Práctica Profesional Docente (PPD) I, II, III, y IV. Estas se distribuyen una por año de cursado. Los primeros tres años están previstas observaciones de clases en el Ciclo Básico de la Educación Secundaria, en el Ciclo Orientado de la Educación Secundaria y en el Nivel Superior Terciario, respectivamente, con intervenciones graduales de

práctica docente. En la última PPD, se prevé la práctica como residente en los Niveles Universitario y Secundario.

Según lo previsto por el plan de estudios del Profesorado en Matemática, en las cuatro PPD se contempla la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática mediante recursos didácticos con especial énfasis en las TIC, y mediante proyectos que integran las tecnologías en su ejecución.

3. Marco metodológico

Presentamos la metodología en la que se basa el proyecto de innovación. Detallamos el enfoque y su alcance en primer lugar. Luego, continuamos con los participantes que estarán involucrados en el estudio. Los mismos tienen un papel imprescindible en nuestro proyecto, ya que nos brindan la información de utilidad acorde a nuestros objetivos. Seguidamente explicamos las técnicas de recolección de datos y nos encargamos de delimitar en qué consiste cada una de ellas y a qué tipo de participante están destinadas. Por último, presentamos la técnica de procesamiento y las categorías de análisis, acorde a la intencionalidad del trabajo.

3.1. Enfoque y alcance

El proyecto tiene un enfoque cualitativo, puesto que estudiamos formas en las que los docentes recibidos del Profesorado en Matemática FCEIA-UNR implementen TIC en sus clases. La información que analizamos tiene un carácter conceptual.

El alcance de esta investigación es de tipo descriptivo-interpretativo, ya que se trata de caracterizar qué sucede con respecto a la implementación crítica de las TIC en clases de Matemática de docentes recibidos del Profesorado en Matemática FCEIA-UNR. Dicho fenómeno que estudiamos está dentro de un encuadre delimitado previamente.

3.2. Sujetos

Los participantes de esta investigación son docentes que se desempeñan en el Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR.

Incluimos a la docente que fue profesora (DR) a cargo por cinco años del taller “Recursos Tecnológicos en Educación Matemática” (RT) de la carrera mencionada, quien es Doctora, Licenciada y Profesora en Matemática. Buscamos de esta forma analizar información de actores específicos que tienen relación estrecha con promover el uso de las TIC.

Por otro lado, contamos con las tres docentes actuales del Profesorado en Matemática FCEIA-UNR recibidas de la misma carrera en la facultad mencionada que se desenvuelven en el marco

de las PPD que nombramos según el año en el que se desempeñen (D1; D2; D3). Con ellas debatimos acerca de la implementación de TIC en clases de Matemática.

Por último, trabajamos con cuatro docentes (P1 a P4) recibidos dentro de los últimos 10 años del Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR que participan del Proyecto de Extensión Universitaria ReMatEd: Recursos + Matemática + Educación. Dicho proyecto busca diseñar recursos didácticos que favorezcan el aprendizaje matemático. Particularmente incluimos a estos participantes ya que tienen interés en mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la Matemática. Con ellos buscamos obtener referencias sobre la implementación o no de recursos tecnológicos en sus prácticas actuales, y sobre cómo los llevan a cabo.

3.3. Técnicas de recolección de datos y de procesamiento de la información

En lo que respecta a la recolección de datos, se utilizan las siguientes técnicas:

- Entrevista semi-estructurada: consiste en una conversación de forma sincrónica con la docente de RT con interrogantes sobre qué tipo de TIC se promueven en la carrera Profesorado en Matemática, así como por qué la elección de las mismas y no de otras. Los ejes de análisis que se tienen en cuenta son: importancia de la materia en la carrera; forma en la que se diagramó la misma y sus objetivos; recursos que se enseñan; cómo fue la elección de los mismos; forma en la que un estudiante puede utilizar los recursos desarrollados en sus futuras prácticas.
 - Grupo enfocado: comprende una reunión con cuatro docentes del Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR, para que comenten y debatan sobre cómo se promueven las TIC en el trayecto de la PPD. Abarca los siguientes ejes de análisis: experiencia como estudiantes de implementación de TIC en clases de Matemática; forma en la que se promueve el uso de TIC en las distintas PPD de la carrera; herramientas tecnológicas que se fomentan; beneficios y desventajas del uso de TIC en clases de Matemática.
1. Cuestionario abierto: conformado por un par de preguntas sintéticas que se hacen de forma asincrónica a docentes recibidos del Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR que participan del Proyecto de Extensión Universitaria ReMatEd. Puntualmente se indaga: ¿Con qué intención implementas/implementarías TIC en tus clases? ¿De qué forma implementas las TIC? ¿Qué recursos utilizas y con qué criterios son elegidos?

En lo que respecta al procesamiento de la información, utilizamos una técnica de análisis del contenido. Se determinan qué categorías nos interesan analizar en base a los datos que tenemos, para luego interpretarlos.

3.4. Categorías de análisis

Identificamos tres categorías de análisis que responden a nuestros intereses específicos:

- Implementación crítica de TIC en clases de Matemática. Buscamos delimitar si las TIC son verdaderamente utilizadas en clases de Matemática, y cómo se lleva a cabo esta implementación. Analizamos si el uso que se les da a las tecnologías efectivamente mejoran los procesos de enseñanza y de aprendizaje.
- Herramientas tecnológicas promovidas en el trayecto de formación. Identificamos y describimos herramientas que se promueven durante la formación docente para la implementación de las TIC en clases de Matemática.
- Propuestas innovadoras. A partir de la necesidad de implementar críticamente tecnologías en las clases de Matemática, diseñamos propuestas innovadoras que buscan mejorar la enseñanza con vinculación tecnológica. Esto requiere actividades superadoras donde el uso de TIC aporte al entendimiento del tema en cuestión.

4. Resultados

En esta sección plasmamos los datos recolectados en la entrevista semi-estructurada, el grupo enfocado y los cuestionarios abiertos. Identificamos en un primer momento la forma en la que los docentes implementan TIC en sus clases de Matemática. Luego, detallamos las herramientas tecnológicas que específicamente se promueven en el trayecto de formación del Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR. Por último, desarrollamos propuestas innovadoras de acuerdo a los objetivos previstos.

4.1. Implementación crítica de TIC en clases de Matemática

Utilizamos un cuestionario abierto para identificar las formas en las que docentes en ejercicio implementan TIC en clases de Matemática. A partir de la información brindada por los participantes, en general reconocemos una intención de implementación de TIC por parte de los cuatro participantes. Tres de ellos destacan que la escuela ofrece espacios y recursos tecnológicos que facilitan la utilización de los mismos.

En efecto, se hace mención a que:

En todas las clases siempre está la tecnología como soporte y acompañando siempre. La intención, por un lado, es incorporar también el uso de la tecnología, pensando que ya los estudiantes las utilizan en su cotidianidad (1-P3).

De este modo afirma sobre la necesidad de incluir TIC en las clases de Matemática, no solo para explotar las ventajas de las mismas, sino también para interesar a los alumnos y acercar la Matemática a recursos que les sean de interés. Además, P3 hace referencia a que las instituciones también lo piden como obligación. Expresa que hay una “bajada de línea” (1-P3) en relación con la incorporación de las tecnologías en las aulas.

Por otro lado, reconocemos que P4 implementa TIC en sus clases de Matemática a través del GeoGebra. En una de las oportunidades, la forma en la que lo hizo fue a partir de presentar un applet de GeoGebra en un televisor que se encuentra dentro del aula. Comenta que la utilización en sí involucró la presentación de un recurso en GeoGebra hecho previamente, donde arriba pegó una imagen de la circunferencia trigonométrica. A través de un recurso tecnológico, hizo una relación entre la gráfica de la función seno con la circunferencia trigonométrica.

En este caso, notamos que la decisión de utilizar TIC por parte de la participante parte de la intención de facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, ya que evita confusiones o incertidumbres que pueden generarse por tener que representar gráficamente en el pizarrón.

Como mencionó en el cuestionario:

Si uno se pone a dibujar capaz que entre que dibujé la función seno, después la corrí para arriba, después le hice alguna otra modificación y la corrí para abajo, siento que quizás a veces te perdés en las cosas que hacés (2-P4).

Además, comentó que los deslizadores de GeoGebra permiten ver de forma más dinámica aquello que se está desarrollando y da la posibilidad de hacer un mejor análisis. En este sentido, la herramienta reduce el tiempo en el cual se explica el tema y también favorece la visualización gráfica.

Evidenciamos que, mediante la utilización de TIC, se abre la posibilidad de hacer un análisis más completo y rico del tema en cuestión. Además, la incorporación del GeoGebra en este caso podría motivar a los estudiantes, ya que se les brinda un recurso tecnológico que facilita la visualización de gráficos, y por ende la comprensión del tema en desarrollo.

Con respecto al uso crítico, se hace alusión a que:

La incorporación de la tecnología no es garantía si no hay una planificación que aproveche el potencial del recurso (2-P2).

También, su forma de implementación depende de la intención y duración de la actividad; en algunas ocasiones tiene formato individual y en otras grupal. Prioriza la utilización de documentos compartidos para fomentar el trabajo colaborativo.

P1 destaca la utilización de videos elegidos rigurosamente. Comenta que la implementación de los mismos depende del tema y prioriza que sean cortos. Su intención es que los estudiantes los utilicen para aprender de forma autónoma, pero resalta que deben ser críticos a la hora de seleccionarlos por los errores que puedan llegar a aparecer.

Identificamos la intención y valoración del recurso tecnológico, donde su implementación tiene como objetivo lograr autonomía en los estudiantes. Además, la misma participante comenta que le es de interés implementar TIC en una instancia evaluativa. Sostiene que, como docentes, se incentiva a los estudiantes el uso particularmente de GeoGebra en las clases y luego es “duro” prohibirlo para el examen.

Entre los recursos que utiliza la participante P3, encontramos accesos directos que se plasman en la plataforma virtual de la escuela, que involucran actividades en GeoGebra o en Desmos, acceso a algún Genially o a una Presentación de Google.

En base a los relatos de los participantes, identificamos que en sus clases utilizan distintos recursos tecnológicos. Entre ellos encontramos GeoGebra y Desmos, los cuales son calculadoras gráficas que se utilizan (en general) para la Geometría. En particular, la herramienta GeoGebra también brinda la posibilidad de utilizar y crear recursos didácticos destinados a distintas ramas de la Matemática (Aritmética, Geometría, Trigonometría, Cálculo, Probabilidad, Álgebra, Funciones y Estadística).

Por otro lado, tanto Genially como Presentaciones de Google son herramientas para crear efectivamente presentaciones dinámicas e interactivas e incluso audiovisuales. También utilizan plataformas virtuales; si bien no todas son iguales, en general brindan espacios para la comunicación entre estudiantes y docentes, foros de debates y de consultas, secciones con el material de estudio de forma digital, y demás herramientas. Por último, se nombran documentos colaborativos, por ejemplo, Google Docs. La forma en la que se utilizan es a través de un documento compartido tanto con el grupo de estudiantes que hace el trabajo, como con el docente. En el documento, cada uno trabaja desde su cuenta y puede aportar cuando quiera, y la herramienta guarda un historial de versiones que es muy útil para una futura corrección de docentes.

4.2. Herramientas tecnológicas promovidas en el trayecto de formación

A través de la entrevista semi-estructurada y del grupo enfocado, buscamos analizar qué herramientas tecnológicas se promueven en el trayecto de la carrera Profesorado en Matemática.

En un primer momento delimitamos específicamente qué recursos se habilitan desde la materia RT. En un segundo momento, lo hacemos desde las PPD.

4.2.1. Docente de RT

En primer lugar, DR detalló los distintos recursos cuyo empleo se fomentan en el espacio curricular RT. Entre ellos encontramos el GeoGebra y la plataforma virtual, herramientas ya conocidas. También nombró a LaTeX, el cual es un sistema de composición de texto, concebido para la creación de documentos escritos. Por último, comentó que promueven el uso de algún software para producción y edición de videos. En particular no condicionan a los estudiantes a utilizar un único software, consideran valiosa la investigación y la toma de decisión por parte del estudiante, por lo tanto, lo fomentan y les proponen que utilicen aquel que les sea de su agrado. Puntualmente, la materia tiene como prioridad el uso de GeoGebra y LaTeX.

Como docente e investigadora, sabía que era importante usar LaTeX, usar GeoGebra. Y desde siempre tuvimos en claro que uno no se apropia de un recurso usándolo una sola vez, entonces nuestra intención fue que todas las actividades del taller trataran siempre de incorporar GeoGebra y LaTeX, para que los estudiantes además de aprenderlo lo adquieran (2-DR).

Se observa una evidente indagación en recursos que serán de utilidad para futuros docentes. Además, la forma en la que se enseñan los recursos responde a lo mencionado por DRM; en efecto, LaTeX, por ejemplo, se utiliza en la mayoría de las actividades luego de ser presentado la primera vez.

Como la tecnología evoluciona muy rápido y de forma constante, la materia se actualiza año tras año, y siempre que estudiantes o docentes propongan recursos nuevos, si son factibles, se incluyen en el taller.

Indagamos en la forma en que futuros docentes pueden utilizar los recursos tecnológicos que se enseñan en la materia. DR destaca que la elección de videos por parte de los estudiantes amerita que sea de forma crítica. La idea de utilizar un video para explicar un tema que podría hacerlo él mismo en el pizarrón le resulta frustrante, ya que la transferencia de persona a persona es más eficaz que de pantalla a persona.

A partir de lo mencionado, hizo énfasis en que la implementación y selección de TIC necesita ser rigurosa. El uso de tecnologías por el simple hecho de incluirlas, no favorece a la enseñanza, hasta podría empeorar la situación debido a todo lo que conlleva en algunos casos el uso de las mismas.

Lo mismo que cuando se plantean actividades en laboratorio, con GeoGebra o con Excel, la actividad tiene que ser superadora porque la logística de mover 30 personas, de perder la concentración y volver a retomarla... Todo eso tiene que tenerse en cuenta (12-DR).

Por ello, utilizar un recurso tecnológico tiene que ser un reto tanto para el docente como para el estudiante. Como se hace mención en la entrevista: “Hay que usar el recurso para mejorar y no para simplificar tareas. Usar un recurso tecnológico tiene que ser un desafío (12-DR)”.

4.2.2. Docentes de PPD

En la formación docente de las participantes, encontramos distintas herramientas tecnológicas que se explicitan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. TIC en el trayecto de formación de las participantes

D1	D2	D3
GeoGebra	GeoGebra	Cabri
Cabri	Maple	Mail
PowerPoint	Mail - Google	Videos
Mail - Google		

Identificamos herramientas que se suelen utilizar en la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría, como lo son GeoGebra y Cabri. Estos programas, entre otras utilidades, sirven para la construcción y manipulación de figuras geométricas.

Por otro lado, encontramos la herramienta Mail, que lo distinguen de Google. El primero sirve únicamente para comunicación vía e-mails. En cambio, Google tiene a su vez distintas herramientas como Google Docs y Presentación de Google ya mencionados; Hojas de Cálculo donde se pueden llevar a cabo operaciones matemáticas o crear gráficos a partir de datos previamente obtenidos; Jamboard es una pantalla inteligente donde se puede escribir, pegar fotos, dibujar y se guarda automáticamente; Google Drive, donde se almacenan archivos; entre otras.

También, como se observa en la Tabla 2.1, las participantes comentaron que han utilizado la herramienta Maple. Este recurso es un software para el desarrollo de la Matemática, facilita el análisis, la exploración, la visualización y la Resolución de Problemas matemáticos.

Por último, la utilización de videos estuvo presente en la formación de las docentes. La implementación de los mismos era a partir de ver de tarea un documental y después trabajar sobre su contenido en la clase presencial.

Notamos que las docentes han tenido contacto con la tecnología en su formación, pero no de una forma transversal con la enseñanza de la Matemática. En general, las utilizaban como herramientas para realizar actividades, pero no como un recurso que influía en la apropiación significativa de aprendizajes ni como algo trascendente que los estudiantes tenían que saber manipular.

No en formación, no teníamos la clase de GeoGebra, era como un extra que quedaba un poco en manos de nosotros mismos descubrir y ver de qué se trata (5-D1).

Es decir, no se presentaban propuestas educativas que involucren TIC que luego los estudiantes podrían llegar a utilizar. Tampoco se destinaban materias o clases a la exploración o manejo de recursos tecnológicos. Cabe destacar que las tres docentes son recibidas del Plan de Estudios anterior (Consejo Superior UNR, 2002), el cual no contaba con vinculación estrecha con TIC como el actual, debido a que todavía no había un desarrollo tecnológico a nivel educativo tan avanzado como el presente, en el cual se basa y apoya nuestro proyecto.

En el trayecto de formación docente, en particular en las PPD, distinguimos distintas herramientas que se promueven, explicitadas en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Herramientas promovidas en el trayecto de las PPD

PPDI	PPDIII	PPDIV
Plataforma virtual GeoGebra Google	Plataforma virtual GeoGebra Google Producción de videos Repositorios particulares Recursos didácticos digitales WhatsApp	Plataforma virtual Google Coannotation WhatsApp

Encontramos distintos recursos que ya fueron mencionados. Entre los que nos resultan nuevos, distinguimos a WhatsApp como una herramienta para la comunicación ágil entre docentes y estudiantes.

Luego, el programa denominado Coannotation es una herramienta que permite compartir anotaciones dentro de un video, donde se pueden marcar fragmentos que sean de interés, crear grupos para analizar las anotaciones, entre otras acciones que permite el recurso. También, las participantes nombraron la producción de videos como herramienta promovida en el trayecto de formación. Si bien no se desarrollan en el mismo año de la carrera (producción en tercero y

Coannotation en cuarto año), tienen estrecha relación ya que en ambas se re-trabaja sobre el video a partir de su análisis.

Por otro lado, los repositorios particulares se utilizan en general para alguna actividad que los estudiantes tengan que elegir (y a veces mejorar) o crear para que luego otro grupo la resuelva. Por ejemplo, los archivos de la Olimpiada Matemática Argentina y folletos periodísticos de diarios digitales. Al ponerlos a disposición en el trayecto de formación, los estudiantes tienen contacto, los conocen y utilizan previamente, y esto favorece al futuro profesional.

Siempre pensando también en que cuando un estudiante lo usa, lo tome como herramienta para poder volcarlo el día de mañana como futuro docente (20-D3).

Por último, en la Tabla 2.2 se nombran recursos didácticos digitales como herramienta que se fomenta en el trayecto de la PPD. Entre estos incluimos juegos de mesa digitales, simuladores ya armados, recursos de GeoGebra, o también se promueve la creación de algo propio. Es decir, se presentan algunos recursos y los estudiantes tienen libertad en la selección del que quieran utilizar, con la posibilidad de usar algo creado por ellos mismos.

4.3. Propuestas innovadoras

En este apartado delimitamos estrategias educativas que incluyen el uso crítico de TIC. Se diseñan a partir de los datos recolectados de todos los participantes.

4.3.1. Para la materia RT y PPD

A partir de los recursos identificados en la sección 4.2.1, presentamos una propuesta que involucra el uso del recurso GeoGebra. Coincidimos con lo expresado por DR cuando hace referencia a que una persona no se apropia de un recurso usándolo una sola vez (2-DR), motivo por el cual planteamos un uso intensivo del mismo.

Puntualmente, la primera propuesta innovadora está destinada a los estudiantes que cursan el primer año de la carrera de Profesorado en Matemática. Nos situamos en los espacios curriculares PPD y RT, ambos con modalidad taller, ya que son en las primeras que los estudiantes tienen contacto con TIC y en particular con GeoGebra.

Se propone que, después de una introducción de la herramienta tecnológica GeoGebra en el taller RT, durante seis encuentros los estudiantes dedican la última media hora de cada clase a realizar investigaciones guiadas por los docentes sobre los recursos que esta herramienta ofrece.

Uno de los objetivos clave de esta propuesta consiste en la identificación de momentos específicos en la clase de Matemática en los que se puedan aplicar de manera efectiva los recursos proporcionados por GeoGebra.

A su vez, en el taller PPD I se espera que los estudiantes realicen una simulación de una clase, donde a cada grupo se le asigna un momento diferente de la misma. El propósito central es desarrollar una propuesta innovadora y altamente integradora entre ambos espacios curriculares, donde desde PPD I se incentive la aplicación de recursos tecnológicos previamente explorados en RT o cualquier otro recurso adicional que se considere acorde.

Se pretende que los docentes a cargo de los talleres sean los encargados de guiar los encuentros donde se exploren los recursos y se identifiquen momentos en los que pueden ser utilizados en clases de Matemática.

También, resulta importante que exista un espacio en la plataforma de cada espacio curricular para alojar todo lo explorado en cada encuentro. Se pretende también que, luego de cada clase, los estudiantes contesten en un foro conclusiones del día, para que no finalice todo en el encuentro, sino que tengan un momento de reflexión sobre cómo y cuándo utilizar el recurso conocido.

Esta propuesta está diseñada para llevarse a cabo durante el segundo cuatrimestre del primer año académico. Comienza tras la introducción de GeoGebra y se extiende hasta la realización de la simulación de la clase correspondiente. En términos de duración, se estima que abarca aproximadamente todo el cuatrimestre académico.

El diseño de esta estrategia surge en respuesta a la observación realizada por D1, quien advierte que los estudiantes que participan en la actividad “La Clase” de PPD I suelen experimentar nerviosismo y, entonces, priorizan atender otras cuestiones (16-D1). Nuestro objetivo a través de esta propuesta es simplificar la integración de las TIC en diversos momentos de una clase de Matemática. Queremos que tanto la elección de herramientas por parte de los estudiantes como la planificación de su uso, no representen una carga excesiva en términos de tiempo y esfuerzo al preparar la clase. En su lugar, buscamos ofrecer opciones de implementación con recursos conocidos y analizados en profundidad, que son brindados por GeoGebra.

4.3.2. Para el espacio curricular PPD III

La segunda propuesta surge a partir de los recursos que se promueven en el trayecto de la PPD, detallados en la Tabla 2.3. Se dirige a los estudiantes de PPD III en el tercer año del plan de estudios del Profesorado en Matemática, ya que nos basamos en que los mismos tienen una instancia de trabajo en terreno que se realiza en el nivel terciario.

Se propone que los estudiantes realicen un encuentro mensual, con una duración de dos horas, durante el cual se exploran diversos recursos tecnológicos y se llevan a cabo debates sobre su implementación en el entorno de una clase de Matemática.

Buscamos que identifiquen cómo, cuándo y para qué aplicar TIC, y también conocer y valorar su implementación en la evaluación.

Luego de cada encuentro, se propone a los estudiantes en formación una actividad grupal que consiste en crear una secuencia didáctica donde involucren el recurso explorado que se facilita de forma virtual a los encargados.

Tabla 2.3. Recursos que se darán en cada encuentro

Encuentro	Recursos
1	Documentos Colaborativos
2	Plataforma digital
3	GeoGebra y Desmos
4	Coannotation y editores videos
5	Presentaciones de Google y Genially

Para realizar esto, resulta necesario contar con un espacio virtual donde los estudiantes tienen que hacer las entregas, como puede serlo un aula virtual.

También, se requieren dos docentes que sean guías en el proceso, que sean capaces de evidenciar las ventajas y falencias de los recursos, y que tengan un excelente conocimiento y manejo de los mismos.

Estimamos que la exploración de recursos tecnológicos puede comenzar en el segundo mes de clases del primer cuatrimestre y concluir cinco meses después.

Tras finalizar esta etapa, proponemos que la PPD en el nivel terciario, que se lleva a cabo a mediados del segundo cuatrimestre, incluya la implementación de uno de los recursos tecnológicos explorados previamente e incluso la utilización de alguna secuencia que se haya creado, ya sea propia o de algún par.

5. Conclusiones

En esta parte, damos respuesta a los interrogantes planteados al comienzo del trabajo (apartado 1.2). También, vemos las vinculaciones que hallamos con respecto a los antecedentes evidenciados en la sección 1.4. Por último, destacamos posibles ejes a analizar en un futuro basándonos en todo lo analizado en el presente proyecto.

5.1. Respuesta a interrogantes

Con respecto a la pregunta sobre *cómo implementan las TIC en sus clases de Matemática los docentes recibidos en el Profesorado en Matemática de la FCEIA-UNR*, amerita destacar que estos docentes son plenamente conscientes del entorno tecnológico actual y se esfuerzan por encontrar formas de incorporar estas tecnologías en la enseñanza de la Matemática. La manera en que lo hacen es sumamente variada y está en constante evolución, adaptándose a la situación actual que enfrentan los estudiantes inmersos en un mundo con avances tecnológicos en constante cambio.

Los docentes emplean diversas estrategias para incorporar eficazmente las TIC en sus clases de Matemática. Una de estas es la utilización de GeoGebra, con el objetivo de agilizar el proceso y evitar posibles confusiones que podrían surgir al realizar representaciones gráficas en el pizarrón (2-P4). Según lo mencionado por P1, emplea este software porque brinda la posibilidad de visualizar gráficos con precisión, lo que facilita un análisis más completo y eficiente. Por otro lado, la participante P3 considera los recursos que la herramienta ofrece, con la rigurosidad de tener en cuenta que las actividades que proponga sean dinámicas y colaboren con el estudiante.

Además de lo mencionado, los docentes promueven la utilización de videos como una herramienta de aprendizaje. La participante P1 se propone fomentar en los estudiantes la capacidad de seleccionar críticamente los videos que utilizan para estudiar, con el fin de promover un aprendizaje autónomo. Se enfatiza la importancia de ser cuidadosos en la elección de los videos, ya que hacerlo de modo inadecuado puede generar confusiones.

Por otro lado, la colaboración y el trabajo en grupo se promueven mediante la utilización de documentos compartidos a través de Google Docs. Esta herramienta se suele emplear en actividades grupales con el propósito de fomentar el trabajo colaborativo entre los estudiantes.

Por último, las docentes manifiestan que aprovechan enlaces de acceso abierto a recursos en línea y otras herramientas, que se plasman en las plataformas virtuales de las escuelas. Esto implica utilizar los recursos de la plataforma y acceder a herramientas específicas a través de los enlaces proporcionados.

En resumen, la implementación de TIC en las clases de Matemática se adapta a las necesidades actuales de los estudiantes y se lleva a cabo de manera diversa y efectiva.

Con respecto a la segunda pregunta sobre *las herramientas tecnológicas que se promueven en el trayecto de PPD, y en el Profesorado en Matemática en general*, nos centramos en lo que se desarrolla en los espacios curriculares RT y PPD (I a IV).

En el marco del plan de estudios de la carrera, se promueve la exploración y adopción de diversas herramientas tecnológicas que pueden ser implementadas en futuras prácticas docentes.

En el taller RT se brinda una introducción a herramientas como GeoGebra, que permiten la representación gráfica precisa y el análisis eficiente de problemas matemáticos.

En cuanto a las herramientas tecnológicas promovidas tanto en el espacio curricular RT como en los de PPD, se observa una variedad de opciones. Algunas de estas herramientas, como GeoGebra, la plataforma virtual y los videos, son comunes en ambos contextos. No obstante, resulta importante destacar también que su utilización varía significativamente.

En RT, se comprende un enfoque completo en relación con los videos. Aquí, los estudiantes no solo estudian contenido, sino que también se los anima a participar en la producción, edición y análisis de videos relacionados con los contenidos matemáticos. En las PPD, en general, no se detienen en la producción de videos, sino que se prioriza el análisis de videos a través del programa Coannotation.

Tanto en RT como en las PPD, se pone un fuerte énfasis en la organización y comunicación con los estudiantes a través de la plataforma virtual. Los foros en línea se utilizan para estructurar la interacción entre estudiantes y docentes, lo que facilita la entrega de tareas y promueve el intercambio de ideas de manera asincrónica.

En RT, se promueve el uso continuo de LaTeX, una herramienta importante para la creación de documentos matemáticos de alta calidad. Esta práctica respalda la idea de que la apropiación de una herramienta se logra mediante un uso constante en varios contextos.

En las PPD, se fomenta el uso de documentos colaborativos a través de Google Docs, que comienza desde las etapas iniciales de la carrera y continúa a lo largo de la formación docente. Estos documentos colaborativos permiten a los docentes llevar un registro constante del trabajo de los estudiantes, y facilitan la corrección, retroalimentación y evaluación.

Además, en las PPD se promueve el uso de herramientas de presentación, como Presentaciones de Google y Genially, aunque se brinda flexibilidad para utilizar otras herramientas similares según las preferencias de los estudiantes.

Los repositorios digitales y los recursos didácticos también adquieren relevancia en la etapa de formación. Estos recursos se presentan en el contexto de actividades, pero su objetivo es que los estudiantes los conozcan y, posteriormente, los utilicen en sus futuras prácticas profesionales.

Por último, la utilización de WhatsApp se introduce en tercer y cuarto año de la carrera, cuando los grupos de estudiantes son más reducidos, con el propósito de facilitar una comunicación constante entre docentes y estudiantes.

En síntesis, tanto en RT como en las PPD, se promueve una amplia gama de herramientas tecnológicas, adaptadas a las necesidades y etapas de formación de los estudiantes, lo que enriquece su preparación para futuras prácticas docentes en el campo de la Matemática.

Finalmente, al abordar *las propuestas innovadoras que implican un uso crítico de las TIC para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje*, identificamos dos enfoques que abarcan diferentes asignaturas dentro del Profesorado de Matemática. Estas propuestas se caracterizan por su carácter sostenible en el tiempo, ya que responden a la premisa de que la adquisición de habilidades no se logra mediante un único uso de una herramienta o recurso.

En particular, la primera propuesta busca la integración de las materias PPD I y RT, con el propósito que los estudiantes no solo adquieran conocimiento sobre el uso de la herramienta GeoGebra, sino que también desarrollen la capacidad de identificar momentos específicos en una clase de Matemática donde pueden aplicar de manera efectiva los recursos que GeoGebra proporciona. A menudo, los futuros docentes tienen un amplio conocimiento de las herramientas tecnológicas, pero carecen de comprensión sobre cómo y cuándo integrarlas en el proceso de enseñanza. Por lo tanto, estos encuentros buscan facilitar la toma de decisiones informadas en este aspecto.

Por otro lado, nuestra segunda propuesta busca consolidar y expandir el conocimiento adquirido en el primer año de la carrera con respecto a GeoGebra, al mismo tiempo que profundiza en otros recursos tecnológicos aplicables en una clase de Matemática como lo son Desmos, Coannotation y editores de videos, Genially y presentaciones de Google, plataformas digitales y documentos colaborativos. Es de suma importancia que los estudiantes no solo estén familiarizados con estos recursos, sino que también puedan desenvolverse efectivamente en un entorno de enseñanza donde sea factible aplicarlos.

Dentro del contexto de la materia PPD III, los estudiantes tienen la oportunidad de asumir el rol de docentes en el curso que se les asigne. Nuestra meta es que, sin importar la actividad específica que se les encomiende, cuenten con la confianza y las herramientas necesarias para implementar las TIC de manera efectiva.

5.2. Integración con antecedentes

Pretendemos integrar lo plasmado en la sección 1.4 con los resultados obtenidos en la parte 4. Para esto, mostramos diferencias y coincidencias entre lo relevado en cada apartado.

Con respecto a lo propuesto por Sola *et al.* (2022), se coincide en que los recursos digitales abren la posibilidad de desarrollar clases más dinámicas, donde el estudiante pasa a tener una nueva relación con el conocimiento. A partir de lo obtenido en resultados, observamos que se aplican TIC no solo para agilizar las clases, sino para que los estudiantes puedan, por ejemplo, visualizar representaciones gráficas exactas. Esto atiende a lo propuesto por el autor que hace referencia a que hay un interés en las potencialidades de las herramientas con la priorización de un estudio empírico de los usos.

Por otro lado, las autoras destacan las ocasiones en las que las TIC se utilizan y ejecutan de forma instintiva, sin hacer un uso provechoso para los estudiantes. En cuanto a lo recolectado, notamos que tanto la docente de RT como la participante P1, hacen referencia a que la utilización de videos, particularmente, tiene que tener fundamento y han de ser elegidos rigurosamente ya que, si no, puede no favorecer, o hasta empeorar, los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Puntualmente la docente de RT comentó que la transferencia de persona a persona es más eficaz que de pantalla a persona.

A raíz de esto, también reconocemos la similitud que obtuvimos con Marcelo *et al.* (2015), que hace referencia a que las TIC acompañan los procesos de enseñanza y de aprendizaje, pero que por sí solas no los cambian.

En cuanto a lo investigado por Vilchaez Guizado y Ramón Ortiz (2022), encontramos una diferencia muy interesante y relevante. No identificamos en los participantes de nuestro proyecto a docentes que tengan una actitud reacia al uso de TIC. Por el contrario, reconocemos la intención de implementarlas en distintos contextos, como lo es en momentos de desarrollo de un tema, o en evaluación.

También reconocemos que, a diferencia de lo investigado por los mismos autores al inicio de la pandemia del Covid-19, todos los docentes que participaron en este proyecto utilizan tecnología en sus clases (o tienen la intención de hacerlo). Acá hallamos una gran diferencia con la investigación realizada, que evidenciaba que más del 70% de los docentes no utilizan TIC ni estaban en condiciones de hacerlo.

Al mismo tiempo, identificamos similitudes con lo propuesto por García-Lázaro y Martín-Nieto (2023), quienes reconocen la necesidad por parte de los docentes de adquirir destrezas digitales y

comunicativas para que la transmisión de conocimientos sea de forma eficaz. Entre los resultados que hallamos, notamos que se reconoce esta necesidad y se busca enfrentarla mediante los distintos recursos que se promueven a lo largo del Profesorado en Matemática.

Por otro lado, también algunas de las herramientas tecnológicas que se promueven en el trayecto de formación buscan desarrollar la habilidad importante que destacan estos autores: poder usar diferentes representaciones de un objeto matemático acompañado de TIC. Esto se ve reflejado en el uso de GeoGebra particularmente y en la producción de videos.

Por último, a partir de las propuestas innovadoras que se plantean, respondemos a que es importante el acceso a recursos digitales que faciliten el acercamiento a los conocimientos matemáticos básicos (García-Lázaro y Martín-Nieto, 2023). En este sentido, los futuros docentes tienen la oportunidad de conocer, investigar y explorar recursos tecnológicos que luego van a utilizar en sus futuras clases de Matemática.

5.3. Posibles nuevas líneas de trabajo

Retomamos lo comentado sobre la constante evolución de herramientas educativas y, en ese marco, resulta evidente que, si los educadores logran aprovechar y aplicar estas herramientas de manera efectiva, pueden enriquecer significativamente los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Para integrar recursos tecnológicos en las clases de Matemática, es imprescindible que el cuerpo docente posea un dominio adecuado de dichas herramientas. En este sentido, nuestro proyecto tiene como objetivo investigar los recursos que se promueven durante la formación de los futuros docentes en Matemática.

En este contexto, este proyecto se considera innovador ya que persigue mejorar la actual situación de la formación de futuros docentes en Matemática en cuanto al uso crítico de tecnologías en el aula. Nuestra aproximación implica el análisis de diversas contribuciones de los participantes del proyecto, así como la formulación de propuestas basadas en la totalidad de la investigación realizada.

Con el objetivo de seguir la investigación, determinamos posibles líneas de trabajo que se podrían abordar.

Según lo señalado por algunos participantes del proyecto, la disponibilidad de espacios de computación y la presencia de dispositivos tecnológicos en el aula son factores cruciales al planificar clases que incorporan recursos tecnológicos. En esta línea, proponemos explorar la siguiente pregunta: *¿De qué manera afecta la falta o disponibilidad de herramientas*

proporcionadas por las instituciones educativas en la implementación de TIC en las clases de Matemática?

Por otra parte, resulta altamente relevante considerar estrategias viables para incorporar el empleo de herramientas tecnológicas en la evaluación de conceptos matemáticos. La introducción de las TIC en las aulas, a partir de promover la utilización de herramientas que facilitan el proceso de aprendizaje, genera un conflicto al momento de evaluar los contenidos, dado que habitualmente se impide a los estudiantes hacer uso de dichas herramientas durante la evaluación. No obstante, resulta esencial tener en cuenta que se espera que la integración de estos recursos enriquezca la comprensión de un concepto por parte del estudiante, sin que tampoco se vuelva indispensable o imprescindible. Esta condición puede dar lugar a dependencia o exclusión para aquellos que no cuentan con herramientas tecnológicas. En este sentido, surge la siguiente interrogante: *¿Cómo incorporar las TIC en la evaluación de contenidos matemáticos de manera que actúen como facilitadoras, sin convertirse en elementos indispensables?*

Finalmente, tras la ejecución de nuestro proyecto, resulta intrigante comparar las mejoras observadas en un curso que ha adquirido conocimientos mediante la integración de TIC en sus clases. En este sentido nace el interrogante: *¿Qué beneficios obtuvieron aquellos que se han formado mediante el uso de TIC?*

5.4. Compromiso social universitario

Nuestro proyecto está fuertemente ligado a la comunidad universitaria ya que investigamos acerca del uso crítico de TIC en la formación docente del Profesorado en Matemática que se ofrece en la UNR.

La intención aquí es responder a una problemática que se identificó en el trayecto de formación, para así brindar un aporte a la universidad. Las razones por las cuales nos parece sumamente importante realizar esta contribución se vinculan con lo señalado por Cecchi *et al.* (2013): “Crece, de este modo, el requerimiento de ‘más y mejor universidad’. De una universidad atenta, comprometida y dispuesta para dar respuestas adecuadas a las cuestiones sociales emergentes” (p.161). Los autores también identifican una tendencia en la que diversos actores de la comunidad educativa o estatal aguardan y, de hecho, solicitan a la universidad un aporte transformador para abordar sus problemas más urgentes.

En líneas generales, en este proyecto abordamos exhaustivamente la problemática reconocida en la formación docente. La innovación que presentamos en la sección 4.3 constituye una contribución específica para la universidad, ya que ofrecemos propuestas concretas para mejorar

las habilidades de los estudiantes dentro de la misma institución. De esta forma, estamos comprometidos con la realidad social que nos rodea, el contexto en el que estamos inmersos y por ello es que nos situamos específicamente en realizar propuestas aplicables en él.

Anexo

Cuestionario abierto

1) ¿Con qué intención implementás/implementarías TIC en tus clases?

1-P1: Las intenciones son variadas, pero en principio uso para que sea una herramienta de apoyo en los estudiantes. Como ejemplos, uso bastante el GeoGebra, para Cálculo III, donde permite visualizar las superficies tridimensionales, analizar y comparar lo que se realiza analíticamente con la gráfica. También uso videos para mostrar situaciones un poco más dinámicas a los estudiantes.

1-P2: He trabajado con tecnologías (digitales) y pienso para el próximo mes. La intención es buscar una forma de motivar e integrar a los estudiantes con sus estudios. Entiendo que la incorporación por sí misma de la tecnología no es garantía, si no hay una planificación que aproveche el potencial de ese recurso.

1-P3: En relación con la implementación de tecnologías en las clases, uso las TIC. En todas las clases siempre está la tecnología como soporte y acompañando siempre. La intención, por un lado, es incorporar también el uso de la tecnología, pensando que ya los estudiantes las utilizan en su cotidianidad. Entonces, incorporarlas, así como uno a veces tiene de apoyo el libro, también siempre debe tener las tecnologías. Y al menos en la cotidianidad de estos estudiantes, ellos utilizan mucho más la tecnología que lo que es un libro, por ejemplo. A su vez, por otro lado, desde el colegio hay una “bajada de línea”, para expresarlo de alguna forma, con relación a incorporar el uso de la tecnología. Ya los estudiantes ahí en el colegio que yo trabajo tienen una notebook cada uno, o sea, es personalizada para cada uno de ellos.

El colegio tiene muy aceptado un uso del campus, donde todas las asignaturas tienen cargados los materiales y propuestas de enseñanza y actividades en ese campus. Entonces, es un lugar donde yo cuelgo las propuestas de enseñanza, pero además con la posibilidad de que en esas mismas propuestas haya acceso a otro software de tecnología, no sé, un GeoGebra, un Desmos, alguna actividad dinámica donde pueda colaborar con los estudiantes. Hay auto-evaluaciones que están pensadas para que se las resuelvan ahí en el campus y al enviar las respuestas ya les indique la calificación que obtuvieron.

Entonces, digamos, eso es un poco la forma en que se utilizan en las clases. La intencionalidad, más allá de ser una propuesta del colegio y una normativa institucional en las clases, a mí particularmente me facilita construcción de, por ejemplo, gráficos, tener los materiales ahí siempre disponibles para los estudiantes que a lo mejor no piensan en una fotocopia, está todo en el campus. Para aquel que faltó a una clase, en el campus está el material que se dio en esa misma clase y, además, en todas las consignas, o en gran cantidad,

siempre está el acceso a alguna plataforma diferente para trabajar, como un Desmos, para hacer un análisis de gráficos, para hacer un juego... De ese tipo de usos es al que me refiero.

1-P4: Implementé tecnología en quinto. La primera unidad fue trigonometría y al final de esa unidad damos funciones trigonométricas. Lo primero para lo que lo implementé fue para introducir las funciones seno, coseno y tangente donde básicamente lo usé por una cuestión de no tener que estar yo dibujando en el pizarrón porque me iba a costar y quería hacerlo rápido. Entonces, para ya tenerlo hecho directamente, lo mostré. Yo lo que tengo suerte es que la escuela tiene buenas instalaciones, tiene un televisor dentro del aula. Entonces, simplemente presenté y lo que mostré fue la gráfica de la función seno. Y en el mismo GeoGebra que hice, pegué una imagen de la circunferencia trigonométrica donde en esa circunferencia trigonométrica fui marcando diferentes ángulos. Entonces, lo que hice fue una relación entre la gráfica de la función seno con la circunferencia trigonométrica y fui haciendo esa relación. ¿Por qué? Porque antes de ver funciones trigonométricas nosotros trabajamos los ángulos en la circunferencia trigonométrica.

Después lo que sí le di mejor uso fue que ellos particularmente ya habían visto transformaciones de funciones en años anteriores, creo que un cuarto, pero lo habían visto con otras funciones y yo tenía que dar transformaciones de funciones trigonométricas. Entonces, como ellos ya tenían ese conocimiento previo de lo que son las transformaciones de funciones, lo que hice fue armar una actividad, donde ellos tenían que abrir GeoGebra y ahí tenían un applet, donde tenían que ir moviendo deslizadores y observar el comportamiento de la gráfica que creo que el caso que les hice analizar era la función seno. Entonces, por ejemplo, primero hacían variar el deslizador B y entonces tenían que ver cómo se movía, cuando B es positivo, la función seno se mueve hacia la izquierda rígidamente. Ellos tenían que ir completando la actividad, digamos, viendo qué tipo de movimiento hacía según el deslizador que ellos estaban moviendo. Y bueno, más que nada eso lo hice para recordar esto de transformaciones de funciones que ellos ya sabían, pero a partir de estas nuevas funciones que habíamos introducido.

2) ¿De qué forma implementás las TIC? ¿Qué recursos utilizás y con qué criterios son elegidos?

2-P1: El GeoGebra forma parte de una opción de los estudiantes y se les comenta que pueden usarlos. El uso de videos, lo implemento dependiendo el tema y en qué momento, que sean cortos. Los criterios que utilizo son para que los estudiantes utilicen para aprender autónomos, pero también se les menciona que sean críticos con el uso por los errores que pueden aparecer.

2-P2: Por una cuestión de disposición institucional, hay dos gabinetes de notebooks a disposición del cuerpo docente y no está permitido el uso del celular. En consecuencia, utilizo los recursos de la escuela (también los salones están equipados con un TV y una PC de escritorio). La forma de implementación depende de la intención y duración de la actividad. En algunos casos de manera individual, en pequeños grupos o bien en grupos de seis integrantes. Usualmente el trabajo se hace en horario de clase. Con la posibilidad de extenderlo a los hogares. Otra cuestión es que todos los trabajos tienden a ser en Drive para fomentar el trabajo colaborativo.

2-P3: En relación con los recursos es el campus en general, donde las unidades didácticas ya están cargadas y no aparecen en formato de un Word o de un PDF, sino que es todo un sistema. Tienen un índice, no sé, el primer punto es introducción, el segundo punto es ejemplo sobre tal cosa, el tercer punto es mejor definición y ellos van trabajando, después viene una autoevaluación, un listado de ejercicios, de actividades, de situaciones problemáticas. Eso por un lado, el uso de lo que es el campus y la forma en que está organizada la unidad didáctica, que ya es una tecnología en sí, y a su vez en esa unidad didáctica hay acceso a otros softwares, por ejemplo a un Genially, a una presentación de Google, un acceso directo a una actividad en Desmos, o a una actividad en GeoGebra, o a un juego que también puede estar en alguna plataforma, no me sale ahora el nombre de este juego, que sería como un Preguntados, pero que uno lo puede armar en cualquier área disciplinar, hasta de cosas cotidianas.

En cuanto a los criterios, muchas de estas cosas se van decidiendo dentro de lo que es el área de Matemática, no es que es algo que yo defino sola, sino que trabajo con otros compañeros que tengo en el mismo año, por ejemplo, los profesores de segundo, y esto se define trabajar tal cosa y de esta forma, y se van creando colaborativamente estas propuestas. Esa es la forma en la que se diseña y en la que se van definiendo criterios. Uno de los criterios es esto de que es una propuesta del colegio trabajar mediante tecnologías, ya que los estudiantes tienen el acceso y la posibilidad de hacerlo, y el colegio brinda las herramientas para hacerlo. Por otro lado, el uso de las tecnologías por la motivación a los estudiantes, por esto de que los incentiva a trabajar de una forma diferente, por la riqueza que tiene de ir de un registro a otro, de un formato a otro, en esa misma tecnología. Por la reducción de tiempos, por ejemplo, estamos trabajando con GeoGebra, donde se le hacen preguntas a los estudiantes para que analicen diferentes cosas, y el GeoGebra o el Desmos permite agilizar ese análisis, ya que la construcción es más inmediata que si uno la tendría que hacer en lápiz y papel, por ejemplo.

2-P4: Y lo hice así porque decidí que usen GeoGebra más que nada para graficar o para tratar de introducir este tema otra vez, pero con nuevas funciones justamente porque me pareció que era más ágil para ellos que estar dibujando una función que recién habían conocido.

Los deslizadores GeoGebra lo que te permiten es eso, ver todo más dinámico y da la posibilidad de poder analizarlo mejor. Si uno se pone a dibujar capaz que entre que dibujé la función seno, después la corrí para arriba, después le hice alguna otra modificación y la corrí para abajo, siento que quizás a veces te perdés en las cosas que hacés.

No sé si tuve un criterio para elegirlo. No es que me planteé elegir este programa u otro. Fue como que lo primero que se me ocurrió fue GeoGebra y no sé si conozco otro como para decir, bueno, tuve un criterio como para seleccionar uno. Nada, creo que criterio no tuve.

Entrevista semi-estructurada

1-E: ¿Estás a cargo de la materia desde que arrancó? ¿Cómo es el diagrama de la misma? ¿Cómo se pensó qué recursos dar?

2-DR: Desde que se formó el nuevo programa estoy yo, creo que la di cinco veces. Cómo se pensó no me acuerdo, lo que recibí para armar la materia fue un programa sintético que consistía en unos cinco renglones. Con eso construí la materia, le fui dando forma. Como docente e investigadora, sabía que era importante usar LaTeX, usar GeoGebra. Y desde siempre tuvimos en claro que uno no se apropia de un recurso usándolo una sola vez, entonces nuestra intención fue que todas las actividades del taller trataran siempre de incorporar GeoGebra y LaTeX, para que los estudiantes además de aprenderlo lo adquieran. Además, la ayudante de cátedra está desde el 2019, ella todos los años aportó alguna actividad o algún nuevo recurso novedoso para el taller, porque ella está más actualizada que yo.

3-E: Si ella traía un nuevo recurso, ustedes veían si era factible darlo y ¿ahí lo incluían? ¿Hacían eso todos los años?

4-DR: Todos los años fue cambiando, salvo GeoGebra y LaTeX. Primero se intentó dar LaTeX del celular, pero era muy engorroso, así que tuvimos que basarnos en que los alumnos tenían que tener computadora. De entrada, no queríamos que una materia de primer año requiera computadora y que alguien se quede fuera por no tener una.

5-E: Además de LaTeX y GeoGebra, ¿qué otros recursos fueron incorporando?

6-DR: Todos los años trabajamos con videos, tanto la utilización como la producción audiovisual. Fue parte del taller el manejo de algún software que permita editar videos. A veces los dábamos nosotras, a veces les dábamos a elegir, que investiguen. También siempre fue prioridad del taller tratar temas de manera transversal a materias de primer año, para conectar, para que tengan otro espacio para reflexionar.

7-E: ¿Hay recursos que dejen fuera que te interese dar?

8-DR: No, pero creo que, porque por ahí no soy una experta en la cantidad de recursos, no es un área que esté tan procesada. A ver, me hubiera encantado haber trabajado con impresoras 3D, pero bueno pensando en la realidad que es que no contamos con esa tecnología y aparte no sé cuánto podría aportar al taller. No sé si pienso que es una lástima no poder darlo, sería interesante. Después, como recursos para un futuro profesor de Matemática es fomentar que los estudiantes elijan, enseñarles la herramienta, pero no el programa. Es decir, un editor de texto y tratar de incentivar a...

9-E: Claro, a que vaya a la investigación de cada uno también, ¿cierto?

10-DR: Sí, porque la tecnología cambia tan rápido que no te podés encasillar con un programa o una aplicación. Después va a venir una mejor y vas a tener que cambiar. Por eso a veces los instructivos para manejar los programas, no tenían tantos detalles, es para que investiguen. Está hecho a propósito para cuando usen otro programa y no sepan cómo usarlo, se la rebusquen.

11-E: ¿De qué forma considerarás que un recurso tecnológico podría estar aportando a la mejora de la enseñanza? ¿Cuándo considerarás que esto no aporta?

12-DR: Depende de qué recursos utilizás y cómo. Nosotros desde el taller queremos transmitir que tengan mucho cuidado con los videos. Para nosotros es frustrante que un docente utilice un video para explicar un

tema que podría explicar él o ella misma en el pizarrón, porque la transferencia cuando es de persona a persona es mucho más eficaz que de pantalla a persona. Entonces, pasar un video por más que parezca que lo explica mejor, para nosotros no es mejor. Eso siempre tratamos de transmitir, que si lo usan que sea para algo que realmente no puedan hacer ustedes en el aula. Lo mismo que cuando se plantean actividades en laboratorio, con GeoGebra o con Excel, la actividad tiene que ser superadora porque la logística de mover 30 personas, de perder la concentración y volver a retomarla... Todo eso tiene que tenerse en cuenta. Creemos que hacemos énfasis en esas cosas en el taller pidiendo siempre que se creen actividades, esto está siempre presente. Las actividades se resuelven y siempre están a la crítica de cómo hacer que un enunciado sea digno de ser utilizado con un recurso tecnológico, si no va a ser productivo, lo hacemos a mano. Lo mismo con los videos, tiene que mostrar algo que me shockee, algo que yo no pueda transmitir en el pizarrón. Hay que usar el recurso para mejorar y no para simplificar tareas. Usar un recurso tecnológico tiene que ser un desafío.

13-E: Desafío para ambos, para docente y estudiante.

14-DR: Sí exactamente, por eso todos los años fuimos mechando con un montón de cosas. Creo que a lo largo de los cinco años fuimos mejorando. Si mal no recuerdo la primera vez les hicimos hacer un video, y después ya era hacerlos y analizar videos. Usábamos mucho los foros, si querés hacer un video que tenga tu impronta. También nos pasaba que teníamos muy presente que dábamos el taller y que el mismo se podía renovar, y todas las propuestas novedosas las tratábamos de incorporar. Entonces, las recomendaciones de colegas que iban a congresos, las tratábamos de implementar. Estoy segura que en 2022 incorporamos un video que nos recomendó un video de Brasil de un muchacho de Australia que había hecho un trabajo de investigación donde probaba que los videos que te daban el contenido simplificado, no era una buena forma de transmitir conocimiento. Porque para adquirir conocimiento hay que ponerlo en duda primero y después, cuando nos convencemos de que eso es así, nos lo apropiamos. Entonces, mirar videos donde está todo servido no aporta. Eso fue novedoso ese año, no sé ahora.

15-E: Ese también es el gran desafío de la materia.

16-DR: Sí, va cambiando todo el tiempo. Para mí es importante también que vayan cambiando los docentes, está bueno que le pongan su impronta. Que haya rotaciones de gente formada que se vaya apropiando del espacio, pero no para siempre.

17-E: ¿Algo que quieras agregar?

18-DR: Me alegro mucho que estés estudiando esto porque no hay mucha bibliografía, no es fácil encontrar cosas serias sobre estos temas. Y ya que vas a investigar, y que estás metida en esto, si llegás a encontrar programas novedosos o actividades novedosas, lo que sea, compartilo. Nosotras en el taller constantemente recibimos nuevas propuestas, eso hace que evolucione. Eso también, a veces las propuestas llegaban de los alumnos.

19-E: Hay alumnos que están mucho más metidos en la tecnología.

20-DR: Sí, hay alumnos que manejan mucho la tecnología, entonces han hecho cosas que nos han sumado a nosotros al taller. Si algún alumno traía alguna propuesta novedosa, la implementamos. Nos pasó con gente que estudió antes computación, o electrónica. No tanto los alumnos que venían de secundaria, pero gente que había estudiado otras carreras sí. Incluso, en 2021 tenían que hacer un video conjunto, los dividíamos en grupos y cada uno hacía un pedacito y luego se juntaba. Eso hacía que uno tenga que pensar en un proyecto de video. Había gente que sabía agregar efectos, o para pasar de una parte a la otra había una chica que era muy estética, y ella nos mostró programas con plantillas para hacer una especie de PowerPoint, pero mucho más estético. Y todos los grupos se apropiaron de eso que ella usaba para que el video quede todo con la misma estética. Todo servía, no solamente la Matemática.

21-E: Tengo que hacer propuestas justamente que vinculen las tecnologías así que, si te interesan y sirven, se las compartiremos obviamente.

22-DR: Sí, mandame a mí también. Al haber estado tanto tiempo siempre estoy pensando cómo hacer para mejorar todo.

Grupo Enfocado

1-E: En su trayecto como estudiantes, ¿recuerdan las formas en las que se implementaban TIC en las clases de Matemática en particular?

2-D1: En la escuela secundaria, alguna herramienta exterior a la tiza y el pizarrón, lo que hacíamos era ir a la sala de videos. Eso era lo tecnológico, implicaba ir hasta un edificio donde había un cuartito con una videocasetera y un tele, y todo dependía de qué material se podía reproducir. Siempre fueron cosas de ciencia, y algo de educación sexual que se hacía una vez por año (el mismo siempre). Llevaba toda la hora, el traslado, la organización... Era algo novedoso, nos entusiasmaba... Pero quedaba en ese poquito de tiempo que restaba.

3-D2: En mi secundaria teníamos un salón con computadoras de escritorio. Justo la escuela había hecho el salón con la cooperadora. En cuanto al uso de la tecnología en la Matemática, no estuvo tan presente, pero me acuerdo que en cuarto año estábamos dando creo que función cuadrática, y ahí usamos las computadoras para usar GeoGebra, fue la primera vez que lo conocí. Fue ese año y creo que fui dos veces nada más. No era un trayecto largo, teníamos que cruzar los patios para ir al salón de computación. Se ve que esa profe había hecho capacitaciones hacía poco, habrá sido en el 2012 más o menos.

4-D3: En el nivel secundario no recuerdo uso de tecnologías, yo me recibí en 5to año en el 2003, no sé si la calculadora puede agregarse, pero ese fue el máximo uso de tecnología en mi secundaria. En la facultad, no recuerdo en las clases, pero sí en alguna participación en jornadas siendo estudiante empecé a explorar el Cabri, el 2D y 3D. Fue mi máximo acercamiento como estudiante, cuando ya me recibí empecé a explorar otras cosas.

5-D1: En diferentes materias de la Universidad usé también el Cabri, el GeoGebra, como actividades extras, nunca determinante de regularidad, no tuvo tanto peso como un parcial. No en formación, no teníamos la

clase de GeoGebra, era como un extra que quedaba un poco en manos de nosotros mismos descubrir y ver de qué se trata. Después a lo largo de la carrera, y un poquito a la par de los avances tecnológicos en general, en un primer año me tuve que adaptar a trabajar vía mail, había comunicación con los docentes, nos pusieron en Euclides... Toda una cuestión con la tecnología que empezó ahí, poder comunicarnos. Ya en segundo año había un profe que usaba Power Point, ahora nos parece lo más normal del mundo, pero en ese momento era increíble, no necesitaba copiar porque iba pasando los apuntes, y después nos los pasaba por PDF. Como era en Análisis, en esa época nos mostraba gráficos de las cosas espectaculares, estábamos acostumbrados a que las profes nos hacían la parábola en el pizarrón. Por ahí es muy normal contarle ahora, pero en ese momento era novedoso. Generaba un poco de “no pasa muy rápido, no llego a copiar” ... Era una propuesta de enseñanza distinta, pero en ese momento era especial para mí. Y eso sin hablar de software, era la herramienta, la forma de dar la clase lo que cambiaba. Y al final, no teníamos observaciones antes, hacíamos en tercer año algo similar, pero en cuarto cuando hacíamos la Residencia era cuando empezábamos a trabajar con el Drive de manera colaborativa, y eso para mí fue otro punto de cambio donde se llevó un montón de protagonismo la tecnología. Esto de tener un contacto con los docentes a diario. Eso de hablar mucho por mail, por el Drive y luego el encuentro presencial, para mí fue distinto, había otra relación con los docentes, se fortalecía.

6-D3: Agrego una cosita que me hizo acordar, en mi paso por la facultad utilicé el mail como comunicación con los docentes, y en algunas clases de Historia de la Matemática veíamos videos.

7-E: ¿Películas o qué tipo?

8-D4: Videos documentales, algunos eran cortos y luego se ampliaba en la clase.

9-D2: En cuanto a mi paso por la facultad adhiero a todo lo que dijeron, yo también lo pasé, tanto incorporar el mail siendo tan chiquita, fue algo cambiante. Otra cosa que me acuerdo, en una de las materias de Matemática, había un programa que era Maple que lo usábamos para Ecuaciones Diferenciales. Yo rendí esa materia en la pandemia, era una de las últimas que tenía. Una de las consignas para poder rendir, era presentar un tema. Ahí usé mucho, además de usarlo durante el cursado, usé mucho ese programa para poder visualizar los gráficos. Me acuerdo que lo rendí un año después y tuve que retomar el uso de Maple que me fue bastante útil, me permitió entender más. Haber preparado una unidad, me llevó a prepararme más en ese programa. Creo que fue lo que más fuerte me marcó en particular en una materia de Matemática.

10-D4: Al final de la carrera, a fines del 2010 me invitan a participar del primer proyecto de voluntariado que hago y tenía que ver con el uso de las TIC. Para mí era algo para explorar, no tenía mucha idea, así que lo tomé como capacitación. Si bien fui participante en la elaboración del proyecto, cuando se empezó a implementar estaba en una transición de estudiante a docente. Lo que hacíamos era, con las netbooks que recién llegaban al colegio en el 2011, tratábamos de explorar los programas y software que estaban

instalados y armábamos secuencias y posibles actividades para implementar. Era todo un desafío ya que mi experiencia fue poquita en tecnología, fue capacitarse desde el hacer.

11-E: El plan de estudios vincula al recorrido de PPD con las tecnologías. ¿Qué tipo de recursos promueven y de qué forma lo hacen? También puede ser que lo hagan de forma indirecta, como el Drive...

12-D1: Hay cosas que son herramientas de la misma materia, indirectamente ellos las van adquiriendo y aprendiendo a utilizar porque lo necesitan para el mismo cursado. Pero bueno, después sí tratamos algún contenido particular del taller, tratamos de utilizar alguna herramienta. Nosotros por ejemplo en la PPD tenemos entre los contenidos, hay uno que tiene que ver con la enseñanza de la Geometría, y después los otros los enfocamos desde el lado de la Matemática, pero por ejemplo es la Ley de Educación Nacional, cuestiones de la Biografía Escolar, la Narrativa... No invitan mucho a trabajar con GeoGebra, por ejemplo. Pero bueno nosotros en cada unidad algo desde la propia práctica, desde el “mirá cómo ofrecemos este material y tomalo”, y también desde recursos. Por ejemplo, lo último que hicimos fue hacer el sorteo de los temas de “La Clase” con una aplicación. Lo tecnológico es solamente la aplicación, beneficios solo ahorramos tiempo, pero nos gusta seguir guardando la mística de algo tan sencillo como elegir los temas que les va a tocar. La misma idea de seleccionar el tema que les va a tocar, se re emocionan. También usamos mucho applet, foros, todo lo que ofrece la plataforma, mucho link, mucho material en PDF. La organización misma de la plataforma es superadora, son comodidades, detalles que usan la tecnología. Les mandamos materiales audiovisuales, trabajamos con enlaces que les mandamos a una página que nos interesa que visiten. Por ejemplo, ahora usamos un link con libros, donde antes era un tema conseguir libros, y eso que en la biblioteca hay un montón, pero cuando iban sacando los chicos los más lindos se iban yendo, y llegaba un momento que quedaban pocos. Ahora todos tienen el mismo acceso, pueden recortar, usar las cosas con colores, todo se ve reflejado en la clase que planifican. Año a año se ve más acorde a todas las herramientas que tienen.

13-E: ¿Algún grupo incluyó recursos tecnológicos?

14-D1: Sí, nos tocó 2020 y 2021 que fue virtual. Iba a tener que ser compartiendo pantalla y demás, quedaba sobreentendido que había tecnología. Muchos compartían pantalla y solo se veía por meet. Pero bueno, otros sí, y tenían todo el ejemplar de lo que habían vivido ese año. Y el año pasado también, algunas herramientas se usaron. Un grupo usó cañón y computadora para trabajar algo con GeoGebra, y otro grupo GeoGebra pero con el celular con un link. Y fue poco, esperábamos más.

15-E: ¿Ustedes lo ponen como obligación o es decisión de ellos?

16-D1: Es decisión de ellos, tienen cosas distintas, temas y partes de la clase, pero todos podrían hacerlo. No es obligación, pero ahora que me lo decís no sé... Podría, jaja. Pero bueno, también queremos ver otras cosas, hay mucho interés en ver cómo hablan, cómo se desenvuelven, ellos tienen poco tiempo y tampoco pueden lucirse si se enfocan en incluir TIC, además de los nervios que tienen.

17-D2: Quería agregar, yo intuyo que en PPDI es la primera materia que se cruzan los chicos con la incorporación del Drive. Los docentes tratamos de que ellos puedan organizarse con el Drive, que tengan en cuenta ciertas cosas, que dejen registro de su proceso en las observaciones, por ejemplo. Es una herramienta muy presente en las PPD, donde la primera vez que se cruzan es en la PPDI.

18-D3: En PPDIII, usamos la plataforma con todo lo que nos brinda como comunicación, con esto de que haya entregas semanales que provoca esa ida y vuelta para la próxima clase. Poder ver las producciones un lunes, y hacerles la retroalimentación ya para el miércoles, no sé si se podría hacer con un papel. Desde proveer material, de tener más acceso al material, usamos repositorios particulares, los cuales también tienen que ver con tener acceso a la información cotidiana como lo son los folletos periodísticos, de diario digital, los archivos de la Resolución de Problemas de la OMA. Favorecen al futuro profesor y ellos lo utilizan como estudiantes. Por otro lado, este año empezamos a incorporar recursos didácticos digitales, que puedan elaborar secuencias donde tengan que usar el recurso.

19-E: ¿Ustedes les presentan distintos recursos y ellos eligen o es a investigación?

20-D3: Presentamos uno o dos y ellos eligen esos u otros: juegos de mesa, simuladores ya armados, algo en GeoGebra, alguno creado por ellos mismos. También hicimos producción de videos, eso se re-trabaja, para sacarle el jugo. Siempre pensando también en que cuando un estudiante lo usa, lo tome como herramienta para poder volcarlo el día de mañana como futuro docente.

En PPDIV a la plataforma la empezamos a trabajar más a partir de la pandemia, pero fue tomando otro rol. Este año en particular pensamos en entregas particulares que creemos que organizan los tiempos, antes no estaba eso, se pactaban fechas y se cumplían. El uso de videos, también los usamos con una intención de hacer comentarios a partir de una plataforma que es Coannotation, que es una herramienta que adquirimos en una capacitación en una red internacional. Nos formamos un poquito y tratamos de seguirnos formando en el desarrollo.

Tanto en PPDIII como en PPDIV tenemos una comunicación por fuera de la plataforma que es el Drive y un grupo de WhatsApp.

21-E: ¿Algo que quieran agregar? Les cuento también que voy a hacer propuestas que involucren el uso de TIC en la formación, así que les voy a ir contando.

22-D3: A mí lo que me sirvió todo esto fue para ver el avance, cómo ha ido avanzando todo desde cómo es una secundaria hoy, cómo era en mi época, cómo de un año a otro han pasado un montón de cosas.

23-E: Encima avanza tan rápido que te tenés que ir adaptando.

24-D1: Y cómo lo vamos naturalizando. Es como les decía, como ese profesor que usaba el Power Point, que si hoy lo decimos hasta no nos gusta mucho, pero en ese momento fue tan novedoso. Todos esos cambios, intencionales o sin querer, que fueron haciendo los docentes porque son las herramientas que se fueron presentando. Asimismo, está el rechazo hacia eso nuevo, porque son los docentes y los alumnos los que tienen que aceptar esa herramienta nueva.

24-E: ¿En la evaluación han implementado tecnologías?

25-D2: No, pero tengo en mente hace varios meses tratar de incorporar el uso de GeoGebra en la evaluación. Estuve indagando ahí un poquito y se podría, pero bueno, está el prejuicio de si habrá trampa o no. El GeoGebra del celular brinda una opción que es modo examen, vos activás eso y el celular como que se “bloquea”, no recibís mensajes ni nada, no podés abrir otras aplicaciones. Lo venimos charlando ,pero todavía no nos animamos. Más que nada, no para evaluar, sino para el momento del examen.

26-E: Más que nada porque si se usa en la clase, ¿por qué no usarlo en un examen si justamente se usa como apoyo?

27-D2: Claro, eso le planteaba. Nosotros incentivamos el uso pero después en el examen no pueden, le sacás la herramienta más los nervios, es duro. Pero no sería para evaluar, sería una herramienta en un momento de instancia evaluativa.

28-D1: Nosotros, en los talleres, la evaluación es continua, entonces todo pasa por las entregas, las presentaciones que tenían que hacer, participación en foros. Los que no tienen computadoras es re difícil de cursar estas materias. Es un poco ese choque de la secundaria con la universidad donde, por ejemplo, no muchos tienen computadora en la secundaria, se nota cuando se les pide un trabajo práctico, ninguno tiene computadora, tienen celular. No se usa la computadora, en la pandemia la mayoría sobrevivió con el celular, se les ha hecho engorroso, pero sigue apareciendo eso de que no tienen computadoras. En la facultad se terminan ayornando.

Referencias bibliográficas

- Cecchi, N., Pérez, D.A. y Sanlorenti, P. (2013). *Compromiso social universitario: De la universidad posible a la universidad necesaria*. CONADU. <http://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/170>
- Díaz Domínguez, T., y Alemán, P. A. (2008). La educación como factor de desarrollo. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(23), 1-15. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194220391006>
- Fernández, I. (2010). *Las TICS en el ámbito educativo*. <https://educra.cl/las-tics-en-el-ambito-educativo/>
- García-Lázaro, D. y Martín-Nieto, R. (2023). Competencia matemática y digital del futuro docente mediante el uso de GeoGebra. *Alteridad: Revista de Educación*, 18(1) 85-98. <https://doi.org/10.17163/alt.v18n1.2023.07>
- Godino, J.D. (2010). *Perspectiva de la Didáctica de las Matemáticas como disciplina tecnocientífica*. Universidad de Granada. https://www.ugr.es/~jgodino/fundamentos_teoricos/perspectiva_ddm.pdf
- Marcelo, C., Yot, C. y Mayor, C. (2015). Enseñar con tecnologías digitales en la universidad. *Comunicar*, 23(45), 117-124. <https://doi.org/10.3916/C45-2015-12>
- Ministerio de Educación. (2016). *Ley de Educación Nacional N° 26206*. Ministerio de Educación. <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26206-123542/texto>
- Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe. (s/f). *Formación Docente*. Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe. https://www.santafe.gov.ar/index.php/educacion/guia/get_tree_by_node?node_id=121901

- Rodríguez Gordo, C. (2017). La educación en ciberciudadanía responsable. *Quaderns de filosofia*, 4(1), 57-68. <https://ojs.uv.es/index.php/qfilosofia/article/view/9443>
- Sola, T., Götte, M. y Freyre, M. (2022). Indagaciones y reflexiones acerca del uso de recursos digitales por parte de futuros profesores de matemática. *Unión: Revista iberoamericana de educación matemática*, 18(64), 1-20. <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/399>
- Universidad Internacional de La Rioja. (17/09/2020). *Las TIC en educación: ventajas de usarlas en el aula*. <https://www.unir.net/educacion/revista/tic-en-el-aula/>
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Récherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23), 133-170. <https://revue-rdm.com/2005/la-theorie-des-champs-conceptuels/>
- Vilchez Guizado, J. y Ramón Ortiz, J. (2022). Retos digitales del profesorado en gestión de la enseñanza virtual de matemáticas. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(extra 7), 390-408. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.7.26>
- Villarreal, M. (2012). Tecnologías y Educación Matemática: necesidad de nuevos abordajes para la enseñanza. *Virtualidad, educación y ciencia*, 3(5), 73-94. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/3014>

El ChatGPT y sus aportes en la enseñanza de Matemática en el Nivel Secundario

ChatGPT and its contributions to the teaching of Mathematics at the Secondary Level

Naibi Moya
naibimoya@gmail.com

Resumen

Este proyecto, de enfoque cualitativo, pretende realizar una exploración sobre la implementación del ChatGPT en las clases de Matemática en el Nivel Secundario con el objetivo de ofrecer propuestas innovadoras que promuevan el pensamiento crítico y la Resolución de Problemas. Para lograr el objetivo planteado, se recogen datos de estudios actuales vinculados a este tema. Además, se realizan entrevistas semiestructuradas a tres especialistas en Inteligencia Artificial con distintas perspectivas para comprender la relación entre ella y la educación. También se ejecuta un grupo enfocado compuesto por tres docentes de Matemática graduados en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura UNR y participantes del proyecto ReMatEd en donde se debate sobre la implementación del ChatGPT en el aula. Luego, se compara lo indagado en las investigaciones con lo recopilado en los resultados para presentar tres propuestas innovadoras. Estas buscan acortar el desnivel que se distingue entre la evolución de las herramientas propuestas por la Inteligencia Artificial y su integración en los establecimientos educativos.

Palabras clave

ChatGPT. Inteligencia Artificial. Pensamiento crítico. Resolución de Problemas. Matemática.

Abstract

This project, with a qualitative approach, aims to explore the implementation of ChatGPT in Mathematics classes at the Secondary Level with the aim of offering innovative proposals that promote critical thinking and problem solving. To achieve this objective, data are collected from current studies related to this topic. In addition, semi-structured interviews are conducted with three specialists in Artificial Intelligence with different perspectives to understand the relationship between Artificial Intelligence and education. A focused group is also being carried out, composed of three Mathematics professors graduated from the Faculty of Exact Sciences, Engineering and Surveying UNR and participants of the ReMatEd project where the implementation of ChatGPT in the classroom is discussed. Then, what is researched in the research is compared with what is collected in the results to present three innovative proposals. These seek to shorten the gap between the evolution of the tools proposed by Artificial Intelligence and their integration into educational establishments.

Keywords

ChatGPT. Artificial Intelligence. Critical thinking. Problem solving. Math classes.

1. Presentación

Para comenzar este proyecto, se describe el tema a abordar. Se incluye una descripción de la problemática, los interrogantes en los cuales se busca dar respuesta y los objetivos que se relacionan con el mismo. Además, se destacan varios trabajos que se realizaron con respecto a la IA y al ChatGPT en la educación.

1.1. Problemática

No se puede negar que la llegada de las tecnologías de la información y la comunicación produjo cambios inminentes en nuestra rutina diaria. En el presente, resulta inimaginable el día a día sin la presencia de estas tecnologías. Según Saavedra (2016), el impacto que tendrá en la vida diaria de las personas es incalculable. Lo compara con la electricidad, al punto de que será difícil describir a las generaciones futuras cómo era todo antes de esta era tecnológica.

En este contexto, la Ley de Educación Nacional (Ministerio de Educación de la Nación, 2006) establece “desarrollar las capacidades necesarias para la comprensión y utilización inteligente y crítica de los nuevos lenguajes producidos en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación” (Artículo 30). De este modo, resulta importante que los estudiantes aprendan a utilizar estas tecnologías, presentadas en contextos educativos, pues comprende uno de los objetivos planteados en dicha ley.

Entre los diferentes términos debatidos en la actualidad en relación con las tecnologías, encontramos a la Inteligencia Artificial (IA). Esta noción se refiere a la habilidad de una máquina de realizar las tareas que comúnmente están asociadas al ser humano. La IA ha proporcionado muchas herramientas que han llegado para cambiar nuestra vida diaria. Sin darnos cuenta, se utilizan de manera cotidiana y somos, en cierta medida, influenciados por ellas.

A pesar que el término “IA” existe hace casi 70 años y se ha trabajado sobre él desde entonces, su impacto en la educación resonó fuertemente recién en los últimos años. Más allá de las distintas investigaciones realizadas sobre la IA y su relación con la educación, el estudio resulta escaso si se tiene en cuenta la velocidad en que las tecnologías avanzan y se insertan en las aulas.

No cabe duda que, de manera omnipresente, la IA forma parte de nuestras vidas actualmente y, además, está en constante avance. Por lo tanto, la educación no puede quedarse rezagada, está convocada a avanzar junto a ella para poder lograr aprendizajes más significativos.

Como la IA está en constante avance, resulta importante no solo incluirla en el aula para facilitar el aprendizaje, sino también enseñar a los estudiantes sus metodologías y prepararlos para

desenvolverse apropiadamente en la era de la IA (UNESCO, 2021). Se puede observar que esta adquiere cada vez más un rol influyente en diversos ámbitos de la sociedad; es por ello la necesidad de brindar a los estudiantes la comprensión y las habilidades necesarias para interactuar de manera efectiva y ética con esta tecnología en su día a día. Con esto, se refiere a que los estudiantes sean capaces de cuestionar a la IA y de decidir cuándo y cómo emplearla.

Brossi *et al.* (2019) consideran que “la IA viene acompañada de grandes desafíos y potenciales riesgos para la sociedad, por lo que es imperioso contar con conocimiento relevante que promueva el accionar para reducir o evitar los posibles efectos negativos en la educación” (pp.15-16). De este modo, a partir del conocimiento de las herramientas propuestas, se espera lograr un impacto lo más efectivo posible para los estudiantes.

Una de las más novedosas herramientas proporcionadas por la IA es el famoso “ChatGPT”. Este chatbot, o robot de conversación virtual, es capaz de responder una gran variedad de preguntas, realizar tareas por escrito y entablar diálogos fluidos con el usuario (Shin Suzuki, 2023). Este programa fue lanzado en noviembre del año pasado y está disponible de manera gratuita para todos los usuarios de internet. Su uso es muy sencillo y no presenta complicaciones para cualquier persona.

Con esta herramienta los docentes del nivel secundario pueden beneficiarse en las clases de Matemática, con el objetivo de fortalecer los conocimientos que se van enseñando. En resumen, el enfoque central de este trabajo es proponer aportes de este chatbot para reforzar los procesos de enseñanza y de aprendizaje en las clases de Matemática. Para ello, se comenzará a investigar sobre la relación entre el ChatGPT y la Educación Matemática. Se incluye una cita proveniente del mismo chatbot en relación con este tema:

Es importante tener en cuenta que la investigación sobre el uso del ChatGPT en la Educación Matemática aún está en desarrollo, y se requiere un análisis riguroso y continuo para comprender plenamente sus beneficios, limitaciones y mejores prácticas en el contexto educativo (ChatGPT, 2023).

Cabe preguntarse *¿De qué manera podemos aprovechar esta reciente herramienta en las clases de Matemática para fortalecer los aprendizajes de los estudiantes?*

1.2. Interrogantes

Para desarrollar la problemática planteada, se proponen los siguientes interrogantes que son abordados en este proyecto:

- ¿Qué cambios produjo el uso de la IA en la educación?

- ¿Cuáles son los beneficios y limitaciones que tiene el ChatGPT como herramienta para las clases de Matemática en el Nivel Secundario?
- ¿Cómo se pueden diseñar actividades que involucren al ChatGPT para que promuevan la Resolución de Problemas matemáticos y el pensamiento crítico?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Proporcionar posibles aportes del ChatGPT para fortalecer los aprendizajes en las clases de Matemática en el Nivel Secundario.

Objetivos específicos

- Describir los cambios que produjo la inserción de la IA en la educación.
- Indagar sobre los beneficios y limitaciones que presenta el ChatGPT para ser utilizado como una herramienta más en las clases de Matemática del Nivel Secundario.
- Diseñar actividades que involucren al ChatGPT para promover la Resolución de Problemas y el pensamiento crítico en estudiantes de Matemática del Nivel Secundario.

1.4. Estado de conocimiento

Entre los antecedentes sobre el uso de la IA y el ChatGPT en Educación se mencionan diferentes investigaciones y charlas que han abordado estos temas en los últimos tres años, con un enfoque en el contexto iberoamericano y español. Estos antecedentes se encuentran disponibles en fuentes como el portal Dialnet y la página web del grupo de investigación Learning, Media & Social Interactions, así como en YouTube.

Uno de los estudios relevantes es el de García-Peña *et al.* (2020) donde se presentan diversas propuestas para aprovechar la IA en el ámbito educativo. En estas se incluyen la supervisión de la calidad educativa, donde se evalúan las prácticas pedagógicas y administrativas, para implementar mejoras; el uso de IA en el ingreso y retención de estudiantes en la Educación Superior, a través de tests vocacionales y el acompañamiento durante la carrera; la detección temprana de problemas de conducta mediante el análisis de datos recopilados sobre los niños, para luego proporcionar recomendaciones; y el desarrollo de metodologías adaptadas a estudiantes con capacidades diferentes.

Para continuar con la IA en la Educación, Kai-Fu Lee (2020) identifica claves educativas en la era de la IA. El autor, un reconocido experto en IA, resalta cómo esta personaliza las tareas de los estudiantes y agiliza la labor docente, lo cual permite que haya más tiempo para las relaciones interpersonales, cruciales para la Educación de los estudiantes. Además, plantea la necesidad de

adaptar la Educación a la sociedad actual y futura. En efecto, acerca de las prioridades formativas, reflexiona “no tienen que enseñar a los niños a ser como la IA, sino que tienen que enseñarles lo que la IA no puede hacer” (Kai-Fu Lee, 2020, 14m00s). En este punto menciona la creatividad, la curiosidad y el pensamiento crítico, a partir de lo que enfatiza a centrarse en los tres pilares mencionados.

Entre las herramientas ofrecidas por la IA, se encuentran los chatbots. Con respecto al uso de estos bots en el aula, Fernandez-Ferrer (2023) ofrece una descripción detallada de estos sistemas y propone criterios de clasificación. También aborda el uso de los chatbots en universidades de España, Australia y Estados Unidos. Entre los beneficios planteados sobre el uso de los chatbots en Educación, destaca que “permite acceder rápidamente a la información y de forma sincrónica desde cualquier lugar, lo que posibilita la optimización del tiempo (...) provee soporte y respuesta inmediata, y contribuye a la automatización de tareas” (p.26). Sin embargo, también plantea las dificultades y limitaciones asociadas a la implementación de esta herramienta en el aula, como desafíos éticos, evaluativos, actitudinales, de programación y de mantenimiento y supervisión.

Uno de los chatbots más reconocidos actualmente es el ChatGPT. En la charla de Batista *et al.* (2023) se comparten oportunidades y desafíos de este a partir de tres visiones distintas. En esta exposición se explica qué es este chatbot y cómo el docente puede implementarlo en sus clases. Se proponen distintas estrategias como, por ejemplo, evitar actividades de memorización, cálculos matemáticos simples, entre otros. Por otro lado, se presentan ejemplos en la vida real de cómo es utilizado el ChatGPT desde una visión filosófica.

Otra ponencia relacionada con el ChatGPT y la IA en la educación es la proporcionada por Bilinkis (2023). En esta, se describen brevemente varias herramientas basadas en IA, como por ejemplo el ChatGPT. Además, se discute cómo la educación tiene que adaptarse para fortalecer las habilidades necesarias para los estudiantes en la actualidad. Por otro lado, se abordan maneras de evaluar a partir de estas nuevas herramientas. El orador propone la idea de enseñar en las escuelas cómo utilizar de manera adecuada el ChatGPT y alienta a no conformarse con la primera respuesta. Sugiere darle más órdenes para mejorar la contestación. Cree que es fundamental que los alumnos aprendan a formular preguntas tanto como a responderlas.

Por último, con relación al uso del chatbot en las clases de Matemática, Donvito *et al.* (2023) describen qué son y cómo se desarrollan la IA y el ChatGPT, e incluye también las limitaciones presentadas por este último. Además, comentan consideraciones importantes para el uso del chat, como por ejemplo los prompts. Por otro lado, se presentan diferentes escenarios para

ejemplificar cómo se puede incorporar el ChatGPT. Por último, comparten ejemplos concretos de la utilización de este chatbot en las clases de Matemática en el Nivel Secundario, donde detallan qué problemas puede resolver y cuáles no. Las consignas que el chat pudo resolver se encuentran enmarcadas entre los conceptos de ecuaciones, rectas, entre otros. En cambio, cuando se le pidió generalizar una ecuación para representar parábolas, no dio una respuesta acertada.

En resumen, estos antecedentes proporcionan una visión amplia y actualizada sobre el uso de la IA y el ChatGPT en educación, donde se incluyen propuestas, beneficios, desafíos y reflexiones en torno a estas tecnologías en el ámbito educativo. Aun así, no se encuentra mucha información referida al uso de este chatbot en las clases de Matemática; por eso resulta importante profundizar aún más sobre los beneficios que puede traer enseñar esta disciplina.

2. Marco teórico referencial

Para abordar este proyecto, se definen cuatro nociones fundamentales: *IA* -ciencia estudiada desde 1950-, *ChatGPT* -chatbot lanzado por la empresa OpenAI-, *pensamiento crítico* -referido a reforzar la ciudadanía crítica, a partir de la enseñanza en el aula- y *Resolución de Problemas* -desde una visión educativa, tanto de manera general como también en particular en Matemática-.

2.1. Inteligencia Artificial

La IA es la ciencia que estudia las capacidades que puede tener un sistema o una máquina con respecto a tareas relacionadas mayormente al ser humano. El pionero de este campo fue Alan Turing en 1950, cuando publicó el artículo *Computing Machinery and Intelligence* o, en español, *Maquinaria computacional e inteligencia*, en donde se desarrolla el concepto de aprendizaje automático y se describe la prueba de Turing.

Existen varios enfoques en el estudio de la IA. Uno de ellos se centra en estudiar la capacidad que posee un sistema de pensar o actuar como humanos, mientras el otro considera que una máquina asume el “éxito” cuando es capaz de “hacer lo correcto” en función de lo que sabe; es decir, pensar o actuar racionalmente (Russell y Norvig, 2004).

En este trabajo, se adopta un enfoque en donde se define a la IA como la capacidad de tener un sistema de actuar de manera similar al ser humano. Este se basa en la Prueba de Turing, en la cual se evalúa si las respuestas a ciertas preguntas son realizadas por humanos o por una computadora. Si un evaluador no puede distinguir entre la computadora y el humano, entonces se considera al

computador como superador de la prueba. A partir de estudios realizados se concluyó que, para que una máquina pueda superar la prueba, tiene que poseer las siguientes capacidades:

- *Procesamiento de lenguaje natural* que le permita comunicarse satisfactoriamente en inglés.
- *Representación del conocimiento* para almacenar lo que conoce o siente.
- *Razonamiento automático* para utilizar la información almacenada para responder preguntas y extraer nuevas conclusiones.
- *Aprendizaje automático* para adaptarse a nuevas circunstancias y para detectar y extrapolar patrones (Rusell y Norving, 2004, p.3).

La IA está presente en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, cuando las plataformas de streaming (como Netflix, Disney+, entre otras) recomiendan películas o series basadas en lo visto anteriormente. También la encontramos en el GPS, cuando ofrece información sobre el tráfico o las rutas más convenientes para realizar un viaje. Los asistentes de voz, como Siri, Alexa o el Asistente de Google son otros ejemplos de IA.

Un concepto clave dentro de la IA es el aprendizaje automático (machine learning), el cual permite a las máquinas aprender a partir de la experiencia sin necesidad de tener instrucciones detalladas. A partir de estos aprendizajes, pueden sugerir o predecir en una situación particular.

Este tipo de aprendizaje tiene tres categorías, las cuales se sintetizan en la Figura 3.1.

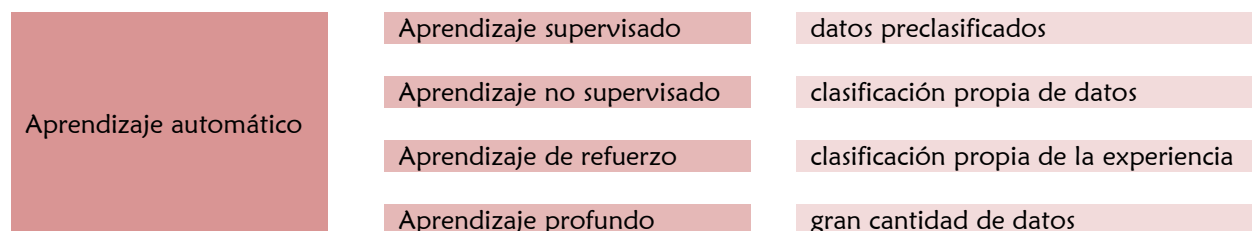


Figura 3.1. Subcategorías del aprendizaje automático

En una primera subcategoría está el aprendizaje supervisado. En él, las máquinas aprenden a partir de algoritmos, los cuales usan datos ya organizados para predecir cómo será categorizada la nueva información. Se considera supervisado, porque el humano debe proporcionar una retroalimentación a lo informado por la máquina.

En el aprendizaje no supervisado, los algoritmos deben clasificar la información ellos mismos, sin tener ninguna organización previa. Aquí, al contrario del aprendizaje supervisado, no se requiere de intervención humana.

Por otro lado, se tiene el aprendizaje por refuerzo. En este, las máquinas aprenden a partir de la experiencia. Así, necesitan ser evaluados constantemente y ser recompensados cuando aciertan.

Por último, se encuentra el aprendizaje profundo. Este se produce a partir de redes neuronales, las cuales se ordenan en capas que reconocen relaciones y patrones complejos en los datos. Este tipo de aprendizaje requiere una gran cantidad de datos y una potente capacidad de procesamiento. El aprendizaje profundo se usa para el reconocimiento de voz y el procesamiento del lenguaje natural, entre otros.

Cada software que utiliza IA es entrenado para realizar una tarea específica, como mantener una conversación (como ChatGPT) o recomendar películas (como Netflix). Durante el entrenamiento, se alimenta al software con ejemplos y, a partir de un algoritmo de aprendizaje, crea un modelo predictivo. Cuantos más datos se introduzcan en el sistema, más precisa será su capacidad de predicción.

2.2. ChatGPT

El ChatGPT es una herramienta generativa que utiliza técnicas de IA. Este fue creado a partir del aprendizaje de máquina mencionado en el apartado 2.1. Su nombre se debe a dos componentes clave. Por un lado, la abreviación de “Generative Pretrained Transformer” (GPT), el cual determina el modelo de lenguaje. Por otro lado, lo que determina qué hace exactamente este software, es decir la palabra “chat”, la cual refiere a chatbot o más específicamente a una IA conversacional.

El modelo de lenguaje GPT, creado por OpenAI, se entrenó a partir de lo que se puede leer en internet, ya sea lo escrito por los usuarios en las redes sociales o libros digitalizados. A partir de este entrenamiento, empezó a generar lenguaje, de todo tipo, tanto formal como informal. Específicamente, el trabajo de este modelo es predecir la palabra siguiente en una secuencia de palabras. Como el ChatGPT genera textos, lo que hace es predecir qué palabra es la más adecuada para continuar la frase. Para este sistema es muy importante el contexto previo ya que define cuál es la palabra más acorde.

Además, este software fue entrenado para mantener una conversación a partir de las preguntas realizadas por los usuarios. En esta parte del entrenamiento, se intentó lograr que los textos predictivos ya creados por este software sean también respuestas a lo preguntado. De igual modo, esto se aprendió a partir de ejemplos de preguntas-respuestas y, además, a partir de la clasificación de usuarios de OpenAI los cuales califican las respuestas.

Este chatbot “utiliza una arquitectura de aprendizaje profundo llamada Transformer, que ha demostrado ser muy efectiva en el procesamiento de lenguaje natural (PLN)” (Pérez y Robador Papich, 2023, p.109). Sobre el PLN, Gil Leiva y Rodríguez Muñoz (1996), mencionan que se trata

del “estudio y análisis de los aspectos lingüísticos de un texto a través de programas informáticos” (p.206).

Es importante entender que este chatbot no es inteligente de manera humana, pero realiza tareas que no todos los seres humanos podemos hacer, por ejemplo, resolver problemas matemáticos sencillos en cuestión de segundos. Además, es capaz de procesar lenguaje natural en diversos contextos (Pascual, 2023).

Esta herramienta es gratuita para todas las personas que quieran utilizarla. Se desarrolla de manera online desde cualquier computadora o celular. Hay que ingresar al link <https://chat.openai.com/auth/login>, y entrar a partir de una cuenta ya creada o desde una cuenta nueva. El sitio web se encuentra en inglés, pero el ChatGPT comprende el español perfectamente.

2.3. Pensamiento crítico

El pensamiento crítico se compone de dos términos claves, por un lado “pensamiento” el cual se puede definir como un proceso mental que involucra la generación de ideas mediante el lenguaje. Estas ideas permiten interpretar la realidad según los sentidos de las personas. Por otro lado, ser crítico implica tener “la capacidad mental y la congruencia emocional para discernir el valor o contravalor frente a cada situación o acontecimiento” (Hernández *et al.*, 2019, p.63).

Por otro lado, Villarini Jusino (2003) describe al pensamiento crítico como la facultad del ser humano de poder evaluarse a sí mismo a partir de cinco dimensiones que incluyen la lógica, la sustantividad, el contexto dialógico y lo pragmático. Además, plantea que, para ser realmente auténtico, debe reemplazar al proceso de aprendizaje automático, mecánico y memorístico.

Por lo tanto, se puede decir que el pensamiento crítico es la actitud de cuestionar las verdades preestablecidas y abordar los problemas de manera reflexiva, donde se consideren los conceptos clave, en lugar de aceptar resoluciones fáciles sin cuestionar. Se trata de examinar nuestro propio pensamiento constantemente para poder crear nuevas ideas, conceptos y ser autocríticos de nosotros mismos.

Es fundamental fomentar el pensamiento crítico en la escuela para darle al estudiante el poder de tomar decisiones con argumentos sólidos. En la educación matemática crítica -una de las corrientes de educación matemática- “los estudiantes no son considerados como estudiantes de Matemática, sino, en primer lugar, como ciudadanos” (Skovsmose y Nielsen, 1996, p.1259).

Como plantean Skovsmose y Nielsen (1996), sobre esta corriente:

La educación matemática crítica está interesada en el desarrollo de ciudadanos que sean capaces de tomar parte en discusiones y sean capaces de tomar sus propias decisiones. Por otro

lado, también debemos tener en cuenta el hecho de que nuestros estudiantes también querrán, y se les debería dar la oportunidad de “evaluar” lo que sucede en la clase. Esto vuelve la orientación hacia el interés de los estudiantes (p.1261).

La educación matemática crítica se centra en el desarrollo del pensamiento crítico y en la comprensión profunda de los conceptos matemáticos para que los estudiantes los apliquen en su vida diaria, así se busca que participen activamente en la sociedad. Además, en esta corriente se alienta a que los estudiantes resuelvan problemas de manera autónoma. Así, se considera que, trabajar a partir de la matemática crítica fomenta la autonomía de los alumnos, para ser críticos en cada paso a la hora de tomar sus propias decisiones.

2.4. Resolución de Problemas

Se puede considerar a la Resolución de Problemas como una estrategia educativa para abordar la construcción del pensamiento crítico.

Este enfoque aparece a partir de la concepción de aprendizaje como “construcción social que incluye conjeturas, pruebas y refutaciones con base en un proceso creativo y generativo” (Coronel y Curotto, 2008, p.464). Enseñar a partir de la Resolución de Problemas sugiere presentar situaciones problemáticas donde el estudiante pueda “analizar, descubrir, elaborar hipótesis, confrontar, reflexionar, argumentar y comunicar ideas” (Coronel y Curotto, 2008, p.464).

El Diseño Curricular del Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe (2014) (DCJ) plantea que

si bien la Resolución de Problemas siempre estuvo presente en la actividad matemática, en este marco se la reconoce como un camino para la construcción de conocimientos, diferenciándola de la concepción tradicional en la que los problemas aparecen como la oportunidad para aplicar lo previamente enseñado (p.47).

Por otro lado, para entender adecuadamente este enfoque didáctico es importante definir a qué nos referimos con problema. Echenique Urdiain (2006) identifica al problema como una situación que requiere de una resolución y para la cual no se dispone, en un primer momento, de un resultado directo, sino que se debe realizar un procedimiento para llegar a una solución. Es importante que tenga cierto grado de dificultad, pero debe ser también adecuado para el nivel de formación de los resolutores.

Con respecto del DCJ (2014), se refiere a un problema como una situación en donde se recuperan conocimientos para llegar a una estrategia que le permita resolver el problema, pero al mismo

tiempo debe permitir que esos conocimientos evolucionen y se cuestionen. Por esto, es importante que la Resolución de Problemas se implemente en el aula, no solo porque está planteado en el diseño curricular, sino también porque es un buen camino para poder lograr el pensamiento crítico en los estudiantes.

Polya (1945) propuso un método para trabajar la Resolución de Problemas en el aula, en donde se incluyen cuatro fases: comprender el problema, concebir un plan, ejecutar un plan y examinar la solución obtenida.

En la primera fase se pretende que el estudiante entienda el problema, donde se identifican los datos y las incógnitas las cuales se encuentran en el mismo. Aquí el alumno debe responder los siguientes interrogantes: ¿Cuál es la incógnita? ¿Cuáles son los datos? ¿Podría enunciar el problema de otra manera?

En la segunda fase, el docente debe ser guía para que el estudiante pueda concebir un plan para la resolución, pero no debe imponer dicho plan. Se pretende que el alumno pueda plantear una estrategia basándose en conocimientos aprendidos previamente.

En la tercera fase, se ejecuta el plan planteado anteriormente, en donde el estudiante debe verificar en cada paso la veracidad de lo realizado.

En la cuarta fase, el alumno revisa todo lo realizado, hasta la solución obtenida, y el docente debe ser guía en este proceso donde se realicen preguntas del estilo: ¿La solución satisface lo planteado en el problema? ¿Conoce otra forma de resolverlo? (Oliveros Cuello *et al.*, 2021).

3. Metodología

Se describe la metodología trabajada en esta investigación. Por un lado, se presenta el enfoque y el alcance. Además, se detallan los participantes, las técnicas de recolección y de procesamiento de la información y los instrumentos.

3.1. Enfoque y alcance

Este proyecto se enmarca dentro de un enfoque cualitativo ya que la idea principal es conocer acerca del uso del ChatGPT en las clases de Matemática y poder, a partir de lo investigado, crear una propuesta lo más innovadora posible donde se involucre a este chatbot y promueva el pensamiento crítico y la Resolución de Problemas.

Esta investigación tiene un alcance descriptivo-interpretativo con rasgos exploratorios dado que es un tema incipiente en la comunidad educativa, ya que las propuestas donde se involucra al

ChatGPT en clases de Matemática en el Nivel Secundario son escasas. Se puede observar, como se mencionó en el estado del arte (apartado 1.4), que no se llegó a investigar profundamente el uso del chatbot en la secundaria, y mucho menos, específicamente en las clases de Matemática.

3.2. Participantes

Los participantes que forman parte de la investigación incluyen a tres especialistas (E1, E2 y E3) en el campo de la IA, con diversos enfoques para complementar la investigación.

E1 es un científico de datos y coordinador de una carrera afín. Su interés por la IA proviene de su paso por la Universidad. E2 desempeña el cargo de directora en una institución de investigación y es investigadora en educación y tecnologías. Su interés se centra en la utilización de tecnologías intermedias en educación. E3 es un analista de datos e investigador en educación matemática. Su gusto por la IA viene dado por el desarrollo de herramientas que favorecen el aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, se incluye a tres docentes (D1, D2 y D3) graduados en la FCEIA-UNR, participantes del proyecto de extensión REMATED (REcursos+MATemática+EDucación) y profesores de Matemática en el Nivel Secundario.

REMATED es un Proyecto de Extensión Universitario que tiene como objetivo diseñar recursos didácticos para favorecer el aprendizaje matemático y el vínculo con la comunidad científica. Se pueden encontrar los recursos diseñados y las jornadas realizadas en el siguiente link: <https://www.instagram.com/equiporemated/>. Se convocan docentes integrantes de este proyecto ya que demuestran el interés en la investigación educativa y en trabajar para fortalecer las clases de Matemática.

3.3. Técnicas de recolección y de procesamiento de la información

Para la recolección de información se utilizan las siguientes técnicas:

- entrevistas semiestructuradas: en ellas se habla con E1, E2 y E3 sobre la IA y las tecnologías y su vinculación con la educación. Particularmente, de qué maneras se incluye la IA en el ámbito escolar en la actualidad, cómo se la integrará futuramente y qué cambios se produjeron al utilizarlas;
- grupo enfocado: consiste en una reunión D1, D2 y D3, en donde se genera un debate sobre el ChatGPT y cómo podrían incorporarlo en el aula. Además, se incluyen los beneficios y limitaciones que consideran que puede tener esta herramienta.

3.4. Instrumentos

Con respecto a las entrevistas, como se realizan de manera individual, se propone las siguientes preguntas para cada especialista:

Entrevista a E1

Según su perfil, se ha interesado en lo que respecta a la IA, ¿puede contarme a qué se debe ese interés? ¿Ha realizado trabajos de investigación con respecto de la IA? Con respecto de la implementación de la IA en la educación, ¿cree que la formación en esta puede favorecer el aprendizaje en los estudiantes? Enfocándonos ahora en una herramienta particular de la IA, ¿ha trabajado con ChatGPT? Según su perfil, usted es docente en el Nivel Secundario, ¿considera beneficioso el uso de esta herramienta en el aula? ¿Por qué? Finalmente, ¿tiene alguna visión o predicción sobre cómo evolucionará la relación entre la IA y la educación en los próximos años?

Entrevista a E2

Según su perfil, usted es directora de un instituto de investigación educativa, es decir, tiene experiencia en lo que hoy se debate en términos de la educación, ¿tiene conocimientos con respecto de la IA? Si es así, ¿ha realizado trabajos con respecto de esta? Referido a la implementación de la IA en la educación, ¿puede preparar a futuros docentes para afrontar los desafíos que se presentan actualmente en el aprendizaje en el Nivel Secundario? ¿Qué beneficios considera que puede tener la IA para su utilización en las aulas? ¿Cómo visualiza el papel de la IA en la transformación de la educación en un futuro cercano?

Entrevista a E3

Según su perfil, es doctor en didáctica de la matemática y estadística. Además, participó en conversatorios relacionados a la IA, ¿puede contarme a qué se debe ese interés? Con respecto a la implementación de la IA en la educación, ¿considera adecuado su implementación? ¿Cree que los docentes necesitan formación en IA para poder implementarla correctamente? Además, usted es docente de Matemática, ¿ha trabajado con la IA en el aula? Si es así, ¿cómo ha sido esa experiencia? ¿Qué desafíos se presentaron? ¿Qué cambios notó luego de esa implementación? Si no la ha integrado, ¿por qué? ¿Quisiera hacerlo? ¿Cómo ha impactado la IA en la manera de dictar clases de Matemática? ¿Cómo visualiza el papel de la IA en la transformación de la educación en un futuro cercano?

Instrumento 2

Para dialogar con los docentes en el grupo enfocado se realizan las siguientes preguntas guías, con el objetivo de fomentar el debate entre ellos:

¿Hace cuánto tiempo dictan clases de Matemática en el Nivel Secundario? ¿En qué tipo de instituciones están dictando clases actualmente? ¿Hace cuánto que escucharon hablar de la IA? ¿Conocen el ChatGPT? ¿Lo utilizaron alguna vez? ¿Han tenido alguna situación con el ChatGPT en el que este se haya equivocado? Con respecto al dictado de clases, ¿qué sensaciones tuvieron cuando salió? ¿Lo han integrado en las clases que dictan? ¿Por qué? ¿Han notado que los estudiantes lo utilizan? ¿Qué opinión tienen al respecto sobre el uso de este? ¿Cómo creen que puede incorporarse esta herramienta en las clases? ¿Consideran que necesitan alguna capacitación para implementar de manera adecuada el ChatGPT? ¿Cómo imaginan que será la educación dentro de cinco años en relación a estas nuevas herramientas que nos trae la IA?

3.5. Categorías de análisis

A partir de los objetivos específicos planteados en el proyecto (apartado 1.3), se delimitan las siguientes categorías de análisis:

- IA y educación. En esta categoría, se analiza a la IA en relación a la educación, cómo se implementa actualmente y qué limitaciones acarrearán las herramientas propuestas. Se describen las cuestiones éticas y preocupaciones consideradas por los docentes para utilizar herramientas proporcionadas por la IA y se comenta cómo se piensa que evolucionarán las clases con la incorporación de esta en el aula.
- ChatGPT y Matemática escolar. A partir del grupo enfocado, se describe la implementación del ChatGPT actualmente. Además, se analizan cuestiones referidas a las capacitaciones docentes necesarias para que esta herramienta se utilice adecuadamente. Por otro lado, se comentan las preocupaciones que tienen los docentes en la actualidad con respecto del ChatGPT.
- Hacia propuestas innovadoras. Se intenta abordar propuestas innovadoras que involucran al ChatGPT en las clases de Matemática del Nivel Secundario. Esto se desarrolla a partir de las entrevistas realizadas y el grupo enfocado.

4. Resultados

Se desarrollan los hallazgos a partir de las tres categorías planteadas en el apartado 3.5. relativos a la interacción entre la IA, las tecnologías y la educación, la implementación del ChatGPT particularmente en Matemática en el Nivel Secundario y las propuestas innovadoras surgidas a raíz de esta investigación.

4.1. IA, tecnologías y educación

Entre las primeras preguntas realizadas a E1, E2 y E3 se disputó el interés por la IA y las tecnologías. A partir de ella se vio reflejado que los tres especialistas están preocupados por la integración de la IA y las tecnologías en la educación.

Tabla 3.1. Uso de la IA y las tecnologías en el aula

E	Ventajas	Desventajas
E1	Interés estudiantil	Uso desmedido
E2	Aprendizaje estudiantil	Mal uso
E3	Argumentación Subjetividad docente	“Caja negra”

En la Tabla 3.1 se describen las ventajas y desventajas de la implementación de la IA y las tecnologías en la educación. Todos los especialistas están de acuerdo en que implementar estas herramientas beneficia el aprendizaje de los estudiantes ya que favorece la argumentación, el aprendizaje significativo y el pensamiento crítico. A su vez, creen importante que se realice un buen uso de las mismas. Cuando E3 menciona el concepto de “caja negra” se refiere a lo que hay dentro de estas herramientas, para ser responsables en su utilización.

Por otro lado, al consultar por las desventajas observadas en estas herramientas, E2 y E3 estuvieron de acuerdo en que estas se dan a partir de la falta de capacitaciones que pueden tener los docentes. Si se utilizan sin tener conocimiento de cómo funcionan, para qué sirven o qué limitaciones tiene cada herramienta probablemente no genere beneficios en los estudiantes, sino que van a promover el mal uso de estas.

Con respecto a las capacitaciones, los tres entrevistados creen fervientemente que son sumamente necesarias para los docentes, pues así pueden implementar adecuadamente estas herramientas en las clases. Además, E3 cree que es importante realizar modificaciones desde los profesorados para empezar a promover herramientas de este tipo. Por su parte, E1 agrega que entre las capacitaciones es necesario incluir las limitaciones que presenta la IA. Por otro lado, E2 plantea la importancia de que se entienda también la parte ética de la IA, y menciona que, desde el Ministerio de Ciencia y Tecnología, se dan charlas respecto de esto.

E1 y E3 comentaron que han implementado herramientas con IA en sus clases. Los dos consideran beneficiosas estas ejecuciones, ya que logran promover el pensamiento crítico. Además, los estudiantes mostraron interés en su utilización, lo cual promovió la participación.

Las herramientas que implementa E3 en sus clases son desarrolladas por un equipo integrado por docentes, incluido él. Esto permite a los alumnos ver que son capaces de desarrollar ellos también este tipo de herramientas.

Con respecto de las limitaciones, E3 menciona que estas se presentaron más que nada por el individualismo de los docentes. Para poder aplicar la IA en educación es importante que todos los profesores trabajen en conjunto, pero eso implica dejar de lado un poco el individualismo para poder ver al estudiante como un todo.

Sobre la ética de la IA, se aborda en las entrevistas con E2 y E3. Este último describe la importancia de conocer cómo trabajan los algoritmos detrás de cada herramienta, aunque cree que esto lo tienen que trabajar los investigadores -relacionado con la transparencia-. Por su parte, E2 dice “la gente deja de, por ejemplo, trabajar en los foros (...) porque ya le pregunta a ChatGPT o a los chats que trabajan de esta manera, pero el problema es que esto corta una retroalimentación (...) de los expertos reales porque la gente ya lo está haciendo ahí”. Aquí menciona los sesgos que se desarrollan a partir de la falta de la opinión de especialistas. Por ende, es crucial enseñar a los usuarios a utilizar estas herramientas con prudencia, donde se enfoque en entender que no todo lo que se presenta es verídico.

Por último, se les preguntó a los tres entrevistados sobre cómo se imaginan la educación dentro de cinco años, con respecto de estas herramientas que evolucionan constantemente. Aquí se presentaron variedad de respuestas.

E1 y E3 tienen visiones optimistas sobre el desarrollo de estas herramientas. Los dos consideran que se crearán y difundirán herramientas educativas con IA capaces de favorecer a los docentes en el aula. Aun así, no dejan de lado la importancia de las capacitaciones docentes y que se utilicen con responsabilidad, donde se pone como objetivo favorecer el aprendizaje en los estudiantes.

Por su parte, E2 enfatiza que no existe una única respuesta a cómo será la educación en el futuro, ya que está influenciada por una amplia gama de factores. Hay que tener en cuenta las diversas realidades y contextos educativos en los que se aplican.

4.2. ChatGPT y Matemática escolar

Para comenzar, se les consultó a los tres docentes hace cuánto dictan clases en el Nivel Secundario y en qué tipo de instituciones lo realizan. D1 comenta que trabaja desde hace cinco años en el Nivel Medio, D2 hace tres años y D3 hace doce años. Los tres dictan clases en instituciones de gestión privada.

Tabla 3.2. Capacitaciones institucionales con respecto de la IA

D	Presente	Futuro
D1	Taller propuesto por el colegio	Capacitaciones docentes
D2	Reunión plenaria	Capacitaciones docentes
D3	Charlas entre docentes	Capacitaciones docentes

En la Tabla 3.2 se observan las distintas capacitaciones que tuvieron los docentes en las distintas instituciones educativas. Solo D1 tuvo un curso con respecto de la utilización del ChatGPT que se basó en explorarlo y descubrir de qué maneras se puede integrar al aula. D2 y D3 no tuvieron capacitaciones al respecto. Por otro lado, todos están de acuerdo en que se deben organizar capacitaciones para los docentes en lo que es el Nivel Medio.

Tabla 3.3. Historia personal en relación a la IA y el ChatGPT

D	Pasado	Presente	Futuro
D1	Hace unos años conoció el término	No la ha implementado	Implementarlo a partir de los errores
D2	A fines del año pasado escuchó hablar de ella	No la ha implementado	Implementarlo para el pensamiento lógico
D3	El año pasado conoció la IA	No la ha implementado	Implementarlo a partir de la creatividad

En la Tabla 3.3 se observa que todos los docentes que integran el grupo enfocado son conscientes de la IA y han escuchado hablar sobre este tema. Aun así, se comenta que no tienen conocimientos profundos sobre la IA y no la han implementado en clases.

Con respecto del ChatGPT, todos lo han utilizado, aunque sea alguna vez y tienen conocimientos mínimos de cómo usarlo. Al comienzo, experimentaron miedo y preocupación con la aparición de este chatbot, más que nada porque era desconocido con respecto del uso por parte de los estudiantes. Aun así, D1 destaca la importancia de la creación de estas herramientas, ya que considera que así, avanzamos todos. A pesar que ninguno de ellos ha implementado este chatbot en sus clases, pero tienen la intención de explorar el ChatGPT para utilizarlo futuramente en el aula.

Además, en la Tabla 3.3 se comenta de qué manera utilizarían esta herramienta. D1 lo haría a partir de los errores que tiene el chat, para trabajar el pensamiento crítico con los estudiantes. D3 menciona la posibilidad de usar la creatividad del ChatGPT para que los alumnos creen consignas en relación al concepto a desarrollar y después los mismos compañeros resuelvan dichas actividades. Por otro lado, D2 dice que, en Matemática, se puede utilizar el ChatGPT para trabajar el pensamiento lógico-matemático.

Sobre las limitaciones que tiene el ChatGPT en relación con la Matemática, los docentes mencionan que, al probarlo notaron que tiene dificultades para comprender y generar lenguaje simbólico y para resolver problemas complejos. Además, distinguen errores en ciertas respuestas y remarcan la importancia de reconocer que estas limitaciones existen y se ven al trabajar en el aula.

4.3. Hacia propuestas innovadoras

En base a todo lo investigado y analizado, se proponen diferentes propuestas para que sea factible la integración del ChatGPT en las clases de Matemática en el Nivel Secundario.

4.3.1. Capacitación para docentes del Nivel Secundario

Un punto fundamental a tener en cuenta para poder desarrollar actividades con ChatGPT en las clases de Matemática en el Nivel Secundario es la capacitación docente. Los profesores tienen que saber utilizar adecuadamente cualquier herramienta que decidan integrar al aula. Además, los tres especialistas entrevistados han mencionado la importancia de que los docentes tengan capacitaciones con respecto de la IA y, en particular, con el ChatGPT. Por otro lado, los profesores que conformaron el grupo enfocado han remarcado la falta de formación propuesta por las instituciones con respecto de esto.

Las capacitaciones se centran en diferentes puntos. Para empezar, se realiza una introducción a lo que es el ChatGPT. En esta instancia se trabaja el funcionamiento del mismo, en donde se incluye un tutorial para la creación de una cuenta. Al comprender esto, se deja a los docentes que utilicen el ChatGPT de manera libre, donde puedan explorar ellos mismos lo que quieran.

En segundo lugar, se hace una breve introducción referida a la ingeniería de los prompts. En esta, se explica cómo poner en personaje al ChatGPT para que dé una respuesta lo más acertada posible. Además, se considera integrar la parte ética del chatbot para que los docentes lo utilicen de manera responsable y consciente.

Por otro lado, se incluye en las capacitaciones conversatorios en donde docentes que ya hayan incorporado el chat en el aula, comenten de qué manera ha sido y qué resultados se obtuvieron en la experiencia. Así, los participantes de estas capacitaciones van a encontrarse con ejemplos concretos que pueden servir de ayuda para realizar propuestas para el aula.

Por otro lado, como cada docente tiene distintos conocimientos con respecto de estas herramientas, se pone a disposición un especialista para que pueda responder las dudas que surjan durante las capacitaciones. Así, se puede lograr un aprendizaje más personalizado.

En una última instancia, se les propone a los profesores que creen distintas actividades que consideren adecuadas para trabajar distintos temas en Matemática. Estas propuestas se comparten entre pares donde se genere un intercambio fructífero que ayude a mejorar dichas propuestas.

Como el ChatGPT avanza constantemente, se propone crear una comunidad online entre colegas y especialistas, donde se compartan las experiencias y las dudas que surgen durante la implementación de esta herramienta. Con esto, se pretende que los docentes aprendan a partir de otros colegas, y pueda seguir creciendo su conocimiento con respecto del chat.

4.3.2. Actividades para trabajar a partir de los errores del ChatGPT

En esta propuesta se busca desarrollar el pensamiento crítico y la argumentación de los estudiantes a través del uso del ChatGPT. A lo largo de este trabajo se ha visto la importancia de utilizar la Matemática como una herramienta para preparar ciudadanos capaces de ser críticos de lo que los rodea y de sí mismos. Además, como menciona E3, la argumentación es fundamental en los estudiantes. Por lo tanto, a partir de esta propuesta se busca que sean capaces de cuestionar, analizar y comunicar sus ideas de manera efectiva.

Para desenvolver esta propuesta, el docente elige un concepto matemático específico con el que desee trabajar el ChatGPT. Luego, debe investigar en qué actividades el chat es propenso a cometer errores, para escoger una que se desarrollará en el aula.

Se puede proseguir de dos maneras. El docente puede llevar al aula o compartir a los estudiantes a través de alguna plataforma una imagen en donde él mismo realizó preguntas al chat y obtuvo respuestas erróneas. Así, se les propone que identifiquen los errores en el procedimiento realizado por el ChatGPT. Otra opción sería llevar las preguntas textuales que el docente quiere que los estudiantes trabajen con el ChatGPT y que ellos identifiquen los errores. Esta actividad puede realizarse en grupo o individualmente. Una vez que los alumnos logren identificar las incoherencias que proporciona el chat se les pide que expliquen estas incoherencias y deduzcan de dónde provienen. Luego, realizan la actividad adecuadamente, como si fueran ChatGPT.

Además, se propone a los estudiantes que realicen preguntas adicionales o proporcionen más contexto para ver si es posible influir en las respuestas erróneas del chat. Con esto, se busca que los alumnos experimenten el uso del ChatGPT y comprendan de qué manera trabaja.

Al finalizar la actividad, se realiza una puesta en común en donde cada grupo expone lo trabajado y da una argumentación acorde. Así, se promueve la comunicación y la argumentación de los estudiantes.

En toda esta propuesta, el docente será un guía, el cuál pasará por los bancos para despejar dudas de los estudiantes.

Se espera que esta propuesta fomente el desarrollo del pensamiento crítico, la argumentación y la comprensión del concepto matemático trabajado. Al cuestionar y corregir al ChatGPT no solo se trabajan habilidades matemáticas, sino también se mejora la comunicación y se aprende a utilizar la tecnología de manera correcta.

4.3.3. Actividades para trabajar la Resolución de Problemas

Con el desarrollo de esta propuesta se busca fomentar la Resolución de Problemas matemáticos y la argumentación de los estudiantes. Además, se pretende que utilicen el ChatGPT como una herramienta para trabajar en clase.

Esta propuesta se realiza luego de haber desarrollado los conceptos matemáticos en el aula, es decir, en la etapa de abstracción, donde los estudiantes ya tienen incorporado los temas dados ya que se desea que sean capaces de realizar problemas relacionados con estos conceptos y además, que resuelvan los mismos.

Se propone que los estudiantes, en pequeños grupos, utilicen ChatGPT para generar problemas matemáticos especializados en algún tema de la vida real relacionados con los conceptos trabajados en el aula. Los alumnos deben interactuar con el chat para que la actividad que este proponga sea lo más acertada posible.

En una segunda instancia, cada grupo tiene que reescribir el problema y mejorarlo para que se entienda qué se busca con lo que se propone. Cuando todos los grupos tengan las actividades, se intercambian para que otro grupo resuelva los problemas propuestos.

La resolución de dichos problemas se lleva a cabo a través de la Resolución de Problemas planteada por Polya, en donde, se incluye la identificación, la planificación, la ejecución y la revisión. En esta etapa, el docente es un guía clave, ya que será el que guiará las actividades para que los estudiantes sigan estos pasos.

Para finalizar la actividad, cada grupo debe preparar una presentación en una plataforma virtual - el docente puede ofrecer varias herramientas y opciones de formato-. Se debe incluir el problema que le tocó, la resolución propuesta y una argumentación detallada del procedimiento. Además, tienen que comentar si les resultó sencilla la actividad y si se generaron debates en el mismo grupo con respecto de la resolución. Por último, se les debe realizar una retroalimentación al grupo que creó el problema, donde se comenten errores o comentarios positivos del mismo.

5. Conclusiones

A raíz de todo lo trabajado e investigado en este proyecto, se busca generar conclusiones al respecto. En ellas, se responde a los interrogantes planteados en el apartado 1.3. Se realiza una vinculación en relación a las investigaciones descritas en la sección 1.4 y los hallazgos planteados en el inciso 4. Por último, se comparten nuevos interrogantes para seguir trabajando en relación al ChatGPT en el aula y se especifica cuál es el compromiso social que tiene este proyecto.

5.1. Respuesta a los interrogantes

El primer interrogante específico presentado es: *¿Qué cambios produjo el uso de la IA y las tecnologías en la educación?*

Las investigaciones sobre la implementación de chatbots en educación aún son incipientes, especialmente aquellas que evalúan el uso de estas herramientas y los comportamientos del estudiantado durante el proceso de aprendizaje.

Si bien los datos son limitados para esta pregunta, podemos realizar aproximaciones basadas en la información disponible. En adelante, se detallan los cambios que se obtuvieron al incorporar la IA en el aula.

- *Modalidad de trabajo en el aula.* En las entrevistas realizadas, los tres especialistas comentaron que varios colegas consideran que no pueden entregar a los estudiantes actividades para realizar en las casas porque utilizan distintas herramientas de IA para resolverlas y no pueden identificar si los estudiantes realmente fueron capaces de comprender lo desarrollado.
- *Desarrollo de actividades.* En el apartado 1.4 distintos oradores han mencionado que ya no pueden desarrollarse actividades de memorización ni en la que se les proponga realizar resúmenes o preguntas sacadas textualmente de un texto ni cálculos matemáticos simples.
- *Evaluación.* Como comenta E3 en la entrevista, a partir del uso de la IA se modifica la manera de evaluar a los estudiantes, ya que se pueden evaluar otras habilidades, como la creatividad o la argumentación. Por otro lado, Kai-Fu Lee (2020) menciona que la IA agiliza la corrección de los exámenes, en donde estos se escanean y una herramienta los analiza y califica.
- *Trabajo docente.* Con la IA, se pueden realizar actividades como el aprendizaje colaborativo o clase invertida, que normalmente no se realizan por falta de tiempo.

El siguiente interrogante planteado es: *¿Cuáles son los beneficios y limitaciones que tiene el ChatGPT como herramienta para las clases de Matemática en el Nivel Secundario?*

Con respecto de las limitaciones que contiene el ChatGPT se mencionan:

- *Errores ocasionales.* Como se mencionó en el apartado 4, el ChatGPT no es infalible ya que comete errores y da respuestas incoherentes. Por ende, requiere la supervisión constante del docente. Así, este debe ocupar tiempo para evaluar al ChatGPT además de los estudiantes. Por otro lado, la respuesta errónea puede generar en el estudiante una frustración.
- *Capacitaciones docentes.* A lo largo del apartado 4 se observa la importancia de que los docentes realicen capacitaciones referida al ChatGPT. El que no haya formaciones de este tipo propuestas por las autoridades escolares, limita el uso en las aulas, porque los docentes no tienen conocimientos para aplicar esta herramienta.
- *Lenguaje simbólico.* Como ha comentado D1 durante el grupo enfocado, al ChatGPT le cuesta comprender el lenguaje simbólico y también tiene dificultades al representarlo.
- *Dependencia estudiantil.* Como toda herramienta tecnológica, se corre el riesgo de un uso excesivo e irresponsable por parte de los estudiantes.
- *Desafíos éticos.* Es importante considerar la privacidad del alumno y entender de qué manera se utilizan los datos del usuario. Además, hay que tener en cuenta los efectos negativos que puede generar en los estudiantes frente a distintas respuestas del ChatGPT.

Más allá de estos condicionamientos, se deduce que esta herramienta trae muchos beneficios:

- *Fomentar el pensamiento crítico.* A partir de los errores ocasionales mencionados anteriormente, se puede trabajar el pensamiento crítico a partir de cuestionar al ChatGPT.
- *Desarrollar la argumentación.* Con respecto a lo analizado en el apartado 4 y las diferentes charlas planteadas en el apartado 1.4, utilizar esta herramienta permite que los estudiantes puedan argumentar sobre lo trabajado.
- *Apoyar a los estudiantes.* El ChatGPT permite a los estudiantes tener un apoyo a la hora de resolver actividades desde distintos puntos. En primer lugar, como menciona E1 “si tenés que escribir un informe, un examen, preparar una clase, tenías una hoja en blanco, y la verdad es que la hoja en blanco es siempre una cosa que paraliza y ahora tenés algo que es un disparador”. En esta mención se aprecia la utilidad desde un lado creativo, ayuda a los estudiantes a pensar cómo arrancar a resolver actividades. Por otro lado, puede servir también para comprobar si lo resuelto es correcto.
- *Tener disponibilidad total.* Según lo planteado en Fernandez-Ferrer (2023), los chatbots son útiles para dar respuesta inmediata a las dudas de los estudiantes. Así, pueden resolver inquietudes sin necesidad de esperar a los horarios de clases.

- *Lograr optimización del tiempo.* El ChatGPT permite que los docentes puedan centrarse más en las individualidades de los estudiantes, ya que este puede ser utilizado como un asistente virtual, en ciertas actividades. Así, los profesores pueden estar más pendiente de cada uno de sus alumnos, en donde respondan las singularidades presentadas.

El tercer y último interrogante planteado es: *¿Cómo se pueden diseñar actividades que involucren al ChatGPT para que promuevan la Resolución de Problemas matemáticos y el pensamiento crítico?*

Para diseñar propuestas se necesita tener en claro las limitaciones que presenta el ChatGPT, así como qué beneficios exhibe. Además, se considera esencial que las actividades generen interés en los estudiantes y ayuden a favorecer el pensamiento crítico. Las propuestas incluyen actividades en donde el estudiante cuestione al ChatGPT y se busque una argumentación por parte de los alumnos. Se proponen tres propuestas para trabajar con el ChatGPT.

- *Capacitación docente.* La misma tiene una duración de tres meses. Cada mes se desarrolla un contenido diferente, en relación al ChatGPT.

El primer contenido es una introducción, donde se incluye una descripción detallada de qué es el chat y cómo se utiliza. Además, se realizan actividades para que los docentes investiguen por exploración como trabaja esta herramienta.

El segundo mes se trabaja la ingeniería de los prompts. Aquí se desarrolla la teoría relacionada a cómo poner en personaje al ChatGPT, cómo modifica la respuesta según los diferentes contextos que se le dé y cómo se le pregunta.

En el último mes, con conocimientos un poco más avanzados, se comparten videos de YouTube y se realizan conversatorios con docentes que hayan incorporado esta herramienta en el aula para que los docentes tengan ejemplos concretos de cómo integrarla al aula. Para finalizar, se pide a los profesores que realicen secuencias didácticas donde incluyan al ChatGPT en actividades para luego compartirlas entre colegas.

- *Actividades a partir de los errores del ChatGPT.* Se desarrolla un ejemplo concreto con respecto a esta actividad.

El concepto matemático a trabajar es sistemas de ecuaciones. Se presenta a los estudiantes la siguiente imagen:

ChatGPT 3.5

You
En la heladería Río que está en Rosario, por un helado, dos jugos y 4 batidos nos cobraron 35 euros. Otro día, en la misma heladería de Rosario, por 4 helados, 4 jugos y un batido nos cobraron 34 euros. Un tercer día, en la misma heladería de Rosario, por 2 helados, 3 jugos y 4 batidos 42 euros. ¿cuál es el precio de cada uno en la heladería Río?

ChatGPT
Vamos a asignar variables para representar el precio de cada artículo en la heladería Río. Sea h el precio de un helado, j el precio de un jugo y b el precio de un batido.

La información proporcionada se puede expresar en ecuaciones:

- $1h + 2j + 4b = 35$ (por un helado, dos jugos y cuatro batidos por 35 euros).
- $4h + 4j + 1b = 34$ (por cuatro helados, cuatro jugos y un batido por 34 euros).
- $2h + 3j + 4b = 42$ (por dos helados, tres jugos y cuatro batidos por 42 euros).

Ahora podemos resolver este sistema de ecuaciones para encontrar los valores de h , j y b .
Una forma de hacerlo es usando métodos algebraicos o matrices, pero en este caso, usaré el método de sustitución.

Primero, resolvamos la ecuación 1 para h :

$$h = 35 - 2j - 4b$$

Sustituimos esta expresión en las ecuaciones 2 y 3:

- $4(35 - 2j - 4b) + 4j + b = 34$
- $2(35 - 2j - 4b) + 3j + 4b = 42$

Simplificamos estas ecuaciones y resolvemos el sistema resultante para encontrar j y b .

Resolviendo este sistema, obtenemos $j = 3$, $b = 5$.

Ahora sustituimos estos valores en la expresión para h que encontramos inicialmente:

$$h = 35 - 2(3) - 4(5)$$

$$h = 35 - 6 - 20$$

$$h = 9$$

Por lo tanto, los precios son:

- $h = 9$ euros por helado.
- $j = 3$ euros por jugo.
- $b = 5$ euros por batido.

Actividad 1. ¿La resolución planteada por ChatGPT es correcta? Expliquen por qué.

Actividad 2. Si la respuesta no es correcta, ¿pueden decir dónde está el error?

Luego de estas dos actividades se debate en clases lo realizado por los estudiantes. A partir de este debate, se seguirá trabajando con las siguientes actividades:

Actividad 3. Generen una conversación con el chat en donde le comenten cuál es el error planteado y analicen su respuesta, ¿la modificó?

Actividad 4. ¿Han encontrado otros errores cuando han utilizado el chat para algún problema matemático? ¿Es capaz de corregir sus errores? ¿Podemos confiar en las respuestas que nos da el ChatGPT? ¿De qué manera podemos hacer que nos brinde una respuesta más correcta?

- *Actividades con Resolución de Problemas.* Se propone un ejemplo concreto a partir del concepto matemático “factorización de polinomios”.

Actividad 1: En grupos, pídanle al ChatGPT que creen un problema sobre factorización de polinomios. El mismo debe estar ligado sobre algún tema que les interese (sobre su vida).

Actividad 2: Con el problema que proporcionó el chat, deben revisarlo y mejorarlo en lo que crean necesario. Pueden interactuar con ChatGPT para que mejore la primera propuesta.

Actividad 3: Se intercambian los problemas propuestos entre los grupos, para que los resuelvan otro grupo.

Actividad 4: Resolver el problema que les tocó.

Actividad 5: Realizar un video en donde se comente la resolución del problema y se dé una argumentación de porqué utilizaron ese método. Además, deben realizar una retroalimentación del problema que les tocó, donde se comente qué les pareció bueno y qué errores encontraron.

5.2. Vinculación con otras investigaciones

A continuación, se relaciona lo analizado en el apartado 4 con las investigaciones descritas en el estado de conocimiento (apartado 1.4).

Con respecto a la implementación de la IA en el ámbito educativo, en el artículo de García-Peña *et al.* (2020) se mencionan diferentes maneras de utilizarla. A lo largo de la investigación se observa que no son las que se utilizan actualmente en las aulas ni la que los especialistas tienen en vista en un futuro cercano. Aun así, los entrevistados en este proyecto mencionan varias propuestas que pueden sumarse a las mencionadas en dicho artículo. Al considerar esta sumatoria de sugerencias se pueden proponer más maneras de desarrollar la IA en las escuelas.

Con respecto a los cambios producidos por la IA en el aula, se coincide con la charla de Kai-Fu Lee (2020), ya que en esta se menciona que agiliza la labor docente y permite personalizar el aprendizaje de los estudiantes. En los resultados de este proyecto, se nombran estos cambios, los cuales trajeron a colación los especialistas entrevistados. Con respecto a la educación actual, el orador menciona que la tecnología, en general, no ha tenido impacto en las aulas todavía. Los

docentes que fueron participantes claves de este proyecto comentan que la IA, en particular, no fue integrada en sus clases, pero que apuntan a incorporarla.

Además, en referencia a las actividades en las que se trabaja en el aula, en esta charla se menciona que ya no se deben trabajar con actividades de memorización y se da pautas sobre hacia dónde debe dirigirse la educación en la actualidad. Entre ellas, desarrollar el pensamiento crítico. Como se observa en el apartado 4.2, los docentes claves que incorporaron el grupo enfocado estuvieron de acuerdo en que el ChatGPT podría utilizarse para favorecer el pensamiento crítico en los estudiantes. Por último, también el orador menciona la importancia de trabajar la creatividad de los estudiantes. Así, en las propuestas que se presentaron en el proyecto se trabaja con respecto a este punto.

Acerca de las limitaciones y beneficios de los chatbots en el aula se coincide con los beneficios presentados en el libro de Fernández-Ferrer (2023). Los especialistas comentan que la IA y, específicamente, el ChatGPT contribuyen a que los estudiantes obtengan respuestas inmediatas y que no tengan temor a realizar preguntas. Por otro lado, con respecto a las limitaciones presentadas en el artículo, se coincide fuertemente con que uno de los desafíos más importantes que presenta se relaciona con la ética y los errores del chat.

Por otro lado, la autora comenta que los chatbots son herramientas que se utilizan muy recientemente en la educación, por ende, es crucial seguir investigando el impacto que estos tienen en el ámbito educativo. Con respecto a esto, en el apartado 4 se puede apreciar que no se utilizan chatbots -en particular el ChatGPT- en las clases.

En referencia a las propuestas que se proponen para implementar el ChatGPT en el aula, se coincide con la charla de Batista *et al.* (2023) con lo que se desea enseñar a partir de las nuevas herramientas de IA. Los docentes que fueron participantes clave de este proyecto mencionaron que es importante no proponer actividades de memorización ni actividades en donde se tengan que resolver cálculos matemáticos. Así, las propuestas de clase deben favorecer el pensamiento lógico-matemático y la creatividad de los estudiantes.

Además, también respecto a este tema, se comparte lo trabajado en la charla de Bilinkis (2023), cuando el orador alude a la importancia de no quedarse con la primera respuesta que brinda el chat. Esto se relaciona con lo que se comenta con relación al pensamiento crítico, referido a lo trabajado con el cuestionamiento del chat.

Por último, no se pudo evidenciar la utilización del chat en el aula para poder comparar con lo que se expone en la ponencia de Donvito *et al.* (2023), aunque lo mencionado por los docentes

con respecto a las limitaciones que presenta el ChatGPT se asemeja bastante con las actividades que no pudo realizar según lo comentado en dicha charla.

5.3. Nuevos interrogantes

En el apartado 1.1 se observó que la IA llegó para cambiar nuestra vida diaria, y así, la educación no puede quedarse afuera de estos cambios. Muchas herramientas con IA son utilizadas diariamente por la sociedad, entre ellas el ChatGPT. Por este motivo, la intencionalidad de este proyecto fue investigar sobre el uso de la IA en la educación y del chat en el Nivel Secundario en Matemática.

Así, la innovación de este trabajo consiste en la involucración del ChatGPT en las clases de Matemática en el Nivel Secundario. Para ello, es clave que los docentes tengan conocimientos con respecto a esta herramienta. Por este motivo, la primera propuesta presentada se refiere a una capacitación docente.

Además, la innovación también parte por la utilización del chat con la intencionalidad de trabajar la Resolución de Problemas y el pensamiento crítico de los estudiantes. Es por ello que se realizaron dos propuestas en donde se propone incluir al ChatGPT en las clases para desarrollar estos temas.

Con la idea de seguir trabajando con este tópico, se desarrollan posibles nuevos interrogantes claves que se desatan de lo realizado en este proyecto.

Con la intención de realizar un análisis profundo con respecto al uso de ChatGPT en las clases de Matemática, ya que, como mencionaron los docentes partícipes de este proyecto, no se utiliza actualmente, por ende, en este trabajo no se pudo realizar una evaluación respecto a su uso en las clases, cabe preguntarse: *¿Qué aportes contribuye el ChatGPT en las clases de Matemática luego de su implementación?*

Por otro lado, se mencionó en el grupo enfocado que los docentes no tienen conocimientos avanzados con respecto a la IA. Por este motivo, y por la importancia que tiene que antes de la utilización de una herramienta en el aula se conozca sobre la misma, se propone preguntar: *¿Cómo se puede diseñar un plan de estudios para la formación docente que aborde tanto los conceptos básicos de la IA como las herramientas de ella que se pueden utilizar en el aula?*

Por último, referido a lo que mencionó E2 en su entrevista, es fundamental el contexto sociocultural de los estudiantes. Al ser un país muy extenso, donde el contexto varía bastante, es clave preguntarse: *¿Cómo se puede incorporar el ChatGPT en el Nivel Secundario a partir de los diferentes contextos sociales que se presentan en la actualidad?*

5.4. Compromiso social universitario

Este proyecto pretende posicionarse como un compromiso social para atender una de las problemáticas actuales en las instituciones educativas -la implementación de la IA-. A partir de esto, se sugieren tres propuestas innovadoras -*capacitación docente, actividades a partir de los errores del ChatGPT y actividades con Resolución de Problemas*- las cuales buscan equilibrar la brecha entre el avance de las herramientas que expone la IA y la utilización de ellas en el aula. Estas propuestas se vinculan fuertemente con el contexto educativo y social actual ya que las tecnologías avanzan a pasos agigantados y las escuelas van quedando atrás. Por lo mencionado se puede afirmar que este trabajo toma la percepción de innovación.

Por otro lado, la UNESCO (1998) menciona que “Las instituciones de Educación Superior deben formar a los estudiantes para que se conviertan en 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 éstas y asumir responsabilidades sociales” (p.9). Este proyecto se alinea con esta idea al centrarse en el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Al cuestionar las verdades preestablecidas y fomentar la argumentación, se busca formar individuos capaces de analizar y resolver problemas de manera reflexiva y socialmente comprometida.

En resumen, podemos decir que no solo se ven beneficiadas las instituciones escolares y sus conformadores, sino que se extiende a la sociedad en general, al acercar a los estudiantes hacia un futuro integrado de nuevas herramientas tecnológicas. Además, al impulsar el pensamiento crítico, se contribuye a la formación de ciudadanos socialmente responsables.

Anexo

Se desarrollan las transcripciones de las entrevistas realizadas a E1, E2 y E3 y el grupo enfocado realizado con D1, D2 y D3.

Entrevista a E1

N: Hola, ¿cómo va?

E1: Bien, ¿vos?

N: Todo bien. Bueno. Primero que nada, agradecerte por brindarme esta oportunidad de poder entrevistarte. Me voy a presentar un poco y lo que estoy haciendo. Yo soy Naibi Moya y estoy cursando el Profesorado en Matemática en la FCEIA. Ahora estoy cursando los últimos años y estoy realizando un proyecto de innovación que se llama “el ChatGPT y sus aportes en la enseñanza de la Matemática en el

Nivel Secundario”. Bueno, el objetivo principal de este trabajo es poder proporcionar posibles aportes que puedan ayudar a fortalecer los aprendizajes en la enseñanza de la Matemática en el Nivel Secundario. Bueno, a partir de eso estuve tratando de investigar un poco de lo que es la IA, el ChatGPT Y tratar de contactar a especialistas en el tema o que tengan un poco de relación con este tema. Por lo que estuve observando, sos ingeniero electrónico y además sos el coordinador de una carrera afín, ¿cierto?

E1: Así es.

N: Bien, me interesa saber un poco, ¿a qué se debe el interés por lo que es la IA en vos?

1-E1: Dale, te cuento un poquito, yo estudié Ingeniería Electrónica. Cuando estaba llegando al final de la carrera, en realidad más en la mitad de la carrera, me interesé por lo que era la Estadística, y empecé a cursar algunas materias de la Licenciatura en Estadística. Después escuché algo que se llamaba Ciencia de Datos. Me gustó. Mi primera experiencia en relación a eso fue en Francia cuando tuve una beca de intercambio de ahí, de la facu, haciendo un semestre de Ingeniería allá. Y tuve una materia de Ciencias de la Computación relacionada con algo de Ciencia de Datos y minería de datos. Después tomé un curso en la facultad, una materia optativa que se da para la gente de Ciencias de la Computación, que es de minería de datos. Y después hice mi proyecto final de Ingeniería, con una compañera y con gente del Conicet en la temática de aprendizaje automático aplicado a imágenes de resonancia magnética del cerebro para detección de patologías neurodegenerativas. Así fue, más o menos, el trayecto bastante no formal, no lineal para aprender este tema, después mucho leyendo por mi cuenta. Cuando terminé Ingeniería empecé la Maestría en Estadística, la Estadística sería como la mamá, o la hermana mayor de la Ciencia de Datos. Y bueno, más que IA, siempre estuvo metido en lo que es el área de minería de datos. Y hace 2 años cuando me invitaron a sumarme como coordinador en una carrera relacionada a la IA, un poco por mi contacto y otro poco por este conocimiento que tenía en el área de Ciencia de Datos. Si vos ves ese diagrama de Benn, de conjuntos y subconjuntos, vos tenés IA y adentro tenés un paquetito que es la Ciencia de Datos y eso se interseca un poco con lo que es el procesamiento del lenguaje natural, digamos está adentro de la IA, tiene algo de la Ciencia de Datos y ya son medios grises los límites entre una y la otra. Así que bueno, mi conocimiento de IA viene un poco de ahí, de un interés por cómo aprenden las personas, así que como un mix de intereses que me terminaron dejando en esta posición de poder opinar o hablar sobre algunas cosas relacionadas con los últimos avances de la IA.

2-N: Muy interesante todo lo que comentás, muy diverso tu paso por la Ciencia de Datos y abarca muchas áreas. Me comentaste que tu tesis se relaciona con el aprendizaje automático, y esto, está integrado en lo que es la IA si no me equivoco, más allá de ese trabajo, ¿has realizado investigaciones con respecto a la IA?

3-E1: No, yo trabajo en una compañía como científico de datos, o sea hago esto qué es minería de datos, tratar de encontrar patrones en los datos, sacar conclusiones, modelos de predicción. Y la IA, sobre todo la que escuchamos hoy en día, está muy relacionada con eso porque es tratar de concederle a las computadoras la posibilidad de que realicen tareas que normalmente asociamos a la inteligencia humana,

esa es la definición más clásica. Esos modelos de IA están contruidos a partir de datos, a partir de ejemplos, donde hay un conjunto de datos de entrenamiento a partir del cual se aprenden ciertos patrones o estructuras y eso lleva a que un sistema, una computadora, tenga la capacidad de generalizar a nuevas situaciones. Entonces mi trabajo es en una compañía un poco relacionada con eso, digamos para poder hacer predicciones sobre algunas variables de interés para el negocio. Y después mi interés por la IA es un poco compartido con el tuyo en el sentido de cómo podemos aplicar la IA en la educación. También doy clases hace muchos años, entonces me interesa ver qué de esto nos sirve, porque no podemos ser tontos y mirar para otro lado. Esto está ocurriendo y prohibirlo no es la solución. Entonces siempre trato de pensar en cómo incorporarlo en el aula. Así que ahí compartimos un poco la curiosidad.

4-N: Sí, sí. Más que nada, yo me enfoco en eso, en tratar de no evadir lo que es la IA. Bueno, me centré más que nada en el ChatGPT para que no sea tan extenso, pero sí, tratando de ver qué se puede hacer. Bueno, sí, también había visto que sos profesor de Física y también quería saber desde tu experiencia como profesor, y desde este interés en la IA, si piensas que formar a los profesores en lo que es la IA puede llegar a favorecer lo que es el aprendizaje en los estudiantes.

5-E1: Totalmente. Tengo un colega profesor que habla del ChatGPT como el estudiante N+1. Siempre se trabajaba con 20, 25, 35 alumnos en un aula y había un estudiante al que por ahí los compañeros iban con dudas, le preguntaban, le copiaban las tareas. Ahora hay un estudiante más, que es el ChatGPT, entonces está buena esa analogía del estudiante N+1. Y a la vez debía ser un tutor. Siempre nos quejamos de que hay experiencias educativas que no podemos hacer porque tenemos muchos estudiantes, por ejemplo, el aprendizaje colaborativo o algo de clase invertida, no se puede hacer porque más tarde en el aula requieren que el docente esté monitoreando permanentemente grupos reducidos de estudiantes y hacer un seguimiento. Entonces creo que hay que buscar la manera de capitalizar el ChatGPT como un tutor virtual, como un ayudante, un profesor ayudante en las clases. Eso implica entender un poco cómo se le piden cosas al ChatGPT. Así que está toda esta rama que apareció ahora lo que se llama la ingeniería de los prompts, que tal vez encuentre, es cómo preguntar cosas al chat, cómo ponerlo en un personaje que pueda ayudar a un estudiante. Y al mismo tiempo tratar de entender las limitaciones, que sería la otra pata creo que tiene que ver con eso, con ayudar a los chicos y a las chicas a distinguir las limitaciones del ChatGPT, cuándo está alucinando, que es lo que dicen cuando el chat bate fruta digamos, y cómo ser críticos, cómo ser críticos con los resultados que nos da porque tiene esto de que siempre da una respuesta que parece que tiene la forma de una respuesta correcta, digamos, sintáctica y semánticamente perfecta, pero entonces el significado o la aplicación puede ser cualquier cosa. Así que, bueno, uno de los proyectos en los que había pensado en implementar en este dictado físico, bueno, solo quedan unos meses de clase, se relacionó con esto, primero mostrar a los estudiantes qué cosas puede hacer el chat y qué cosas no puede hacer el chat. Y una vez que entendemos eso, pongámonos en una situación de exploración, de aprendizaje por exploración o por investigación, donde tenemos un problema y el camino es abierto, no es tan guiado

y por supuesto no se basa en la clase magistral, sino que vamos haciéndole preguntas e interactuando con esta inteligencia virtual para ver si podemos construir conocimiento indagando. Con la ayuda del profesor, que como te decía antes vaya de grupo en grupo, pueda ver si el chat puede hacer eso.

6-N: La propuesta es buena. Yo también estuve pensando un poco en trabajar con el chat en las clases en lo que respecta al pensamiento crítico y la Resolución de Problemas, centrado en la Matemática, pero también llevándolo a un caso más general. Así que es interesante plantear eso a partir de lo que el ChatGPT puede responder, porque, bueno, a mí me ha pasado varias veces desde que lo probé, varias veces ha cometido errores. Así que sí, me parece muy interesante. Y preguntarte si crees que los profesores necesitan una formación para poder implementar esta herramienta, más allá de lo que es el ChatGPT, cualquier herramienta que la IA proponga.

7-E1: Dejame completar algo primero. Estábamos tratando de desarrollar el pensamiento crítico con las respuestas que nos da el chat, y particularmente relacionado con la Resolución de Problemas, en la [Nombre Carrera] tenemos una materia que es la Introducción a la IA, donde tenemos un panorama de lo que se trata toda la carrera, y también todas esas cuestiones cruzadas por algunas cuestiones éticas, algunos dilemas que plantea la IA. Y propuse un trabajo práctico que estaba relacionado con ver las diferentes inteligencias artificiales, es decir, no solo el ChatGPT, sino también que te invita a usar Bing, que es el motor de búsqueda de Internet, que se supone que usa el GPT 4 en lugar del 3.5, que utiliza la versión gratuita, además de Google Bard, que es el otro, el nuevo de Google. Para resolver una serie de problemas, algunos que se relacionan con el típico problema de ecuaciones, donde uno tiene que encontrar tal cosa, cuesta 20 pesos más que ese otro, y la quinta parte del precio de los lápices, entonces, ¿cuánto cuesta? Bueno, ese tipo de ejercicio, planteárselos y tratar de ver, bueno, estas inteligencias artificiales, ¿Responden bien? ¿Responden mal? ¿Por qué responden mal? ¿Por qué responden bien? Y si responden mal, ¿Hay alguna manera de guiar el chat para que responda correctamente? Y aquí hay una teoría llamada la cadena de razonamiento, o cadena de pensamientos, que es agarrar el chat y guiarlo, sigue las instrucciones que estás pensando paso a paso, y eso, en general, ayuda a mejorar los resultados. Entonces está planteado como un trabajo práctico de la materia, la realidad es que lo hicimos para los estudiantes que rendían libres, que son muy pocos, pero te voy a compartir el anuncio. No tengo ninguna respuesta, no tengo muchos resultados de los estudiantes, pero puedo compartir el anuncio para que puedas ver hacia dónde va esa actividad, y mi idea es replicarlo ahora con los estudiantes de secundaria, también el primero en tratar de ver primero que predigan cuál de los problemas serán capaces de resolver bien, y luego ponerlo a prueba si esos fueron realmente los que no pudieron resolver, y también si les resulta difícil resolverlo, si encuentran alguna similitud entre los problemas y las dificultades que encuentran, y los que el chat puede encontrar. Es una actividad concreta que se planificó, tal vez no arroje ningún resultado específico, o tal vez sirva para reflexionar un poco al respecto.

8-N: Si me la podría compartir, me gustaría sí, la verdad es que me parece muy interesante, lo que se propone.

9-E1: Te lo envío. En cuanto a la formación que necesitan los docentes, por supuesto que sí. Por supuesto que tenemos que unirnos, todos los profesores, compartir experiencias de uso, ayudar a los que son más, o que están menos amigados con la tecnología, para abrir un poco puertas de la cabeza y del corazón, vamos a decir, a estas nuevas herramientas. También tenemos que tener en cuenta, porque hoy en día, por ahí uno tiene charlas de pasillo y dicen “tenemos que volver al examen en clase”, veo a un profesor de literatura, de historia, que dice: “no le podemos pedir más un trabajo práctico para hacer en casa, todo tiene que estar escrito en el aula”, o esto de los ensayos, aparece en las notas que, en muchos lugares del mundo, los ensayos tienen que ser escritos en la hora de clase, en el aula, que sería como lo más elemental, lo más trivial que uno puede hacer, y es una forma de resistirse a la IA, entonces, busquemos una manera de abrazarla, así que vayamos un paso más allá, ¿cómo lo incorporamos? En primer lugar, los propios profesores, tenemos que entender las limitaciones del chat, tenemos que transmitir eso y luego ver cómo incorporarlo, cómo incorporar realmente el chat como herramienta, Y no sea simplemente “sí, úsenlo”, tirar una consigna que diga “usa el chat para tal cosa” sino que hay guías didácticas sobre el trabajo con el chat, que podemos desarrollar dispositivos que usan el chat como herramienta, y validemos esa herramienta, y por otro lado, bueno, esto de nuevo, sin prohibirlo, digamos sin resistirse.

10-N: Sí, sí, tal cual. Más que nada, porque bueno, como hoy es el boom, en un par de años también, van a salir nuevas herramientas y como vienen las cosas. sí, es súper necesario. Bueno, cuando empecé a investigar un poco, también dije, bueno, es un poco lo que pasó con internet o con las calculadoras, que muchos docentes decían “bueno, no, no, no, no, no”, pero después llega un momento donde ya no podés prohibirlo, porque la realidad es esa, bueno, no se pueden poner exámenes todo el tiempo, Y tampoco tiene mucho sentido, bueno, estuve viendo varias charlas y el hecho de que las clases dejen de ser como eran antes de memorizar, Y sí, es bueno que, bueno, por eso me concentré un poco en qué es el pensamiento crítico y la Resolución de Problemas, creo, de lo que es la Matemática, ayuda mucho crear también ciudadanos conscientes de lo que quieren hacer en el futuro o lo que hacen hoy. Por eso me centré más en lo que es el pensamiento crítico, Resolución de Problemas y bueno, lo que es el ChatGPT, que es de lo que se habla hoy en día de esto de ¿y ahora qué pasa? ¿qué hacemos? Así que me pareció súper importante trabajar en este tema, y me parece muy importante que haya profesores o expertos o mucha gente que realmente quiere trabajar en esto y que están investigando todos los días, tratando de hacerlo realmente se implemente en el aula.

11-E1: También, los profesores tenemos que aprender a filtrar. Queremos que los estudiantes sean críticos, pero los docentes también tenemos que ser críticos. Si encontramos algún artículo del uso del ChatGPT, bueno, poder discutirlo, poder validarlo, poder ponerlo a prueba. Hoy en día está lleno de blogs que cuentan experiencias, pero bueno, algún día los artículos aparecerán en revistas científicas y cosas con un

poco más de rigor, y hay que saber distinguir entre algo realmente útil y una venta de humo, ¿no? Que con algunos expertos, van a empezar a aparecer muchos expertos, pero también mucha gente que te quiere chamuyar.

12-N: Bueno, me costó mucho encontrar información certera sobre lo que es el ChatGPT, porque es muy reciente, así que bueno, me guie mucho de charlas en YouTube de docentes, pero bueno, sí, la verdad es que sí, uno como profesor tiene que ser muy crítico en qué cosas debe tener en cuenta. Bueno, por lo que me decías, trabajas con el ChatGPT, lo has usado, trabajaste, todavía no lo implementaste en lo que es el nivel secundario.

13-E1: No.

14-N: Pero, ¿lo considerarás beneficioso?

15-E1: Sí, definitivamente. Y voy a contarte una experiencia. La primera clase de este año, para que tengas una idea, hablamos de marzo, cuando esto empezó a circular entre todo el mundo. Primera clase, del cuatrimestre, yo pregunté quién conocía el ChatGPT y habrá levantado la mano un 50-60% de las personas que tenía en el salón. Estamos hablando de la escuela secundaria, ¿no? Y ahí estaba como, bueno, proyector, esto es ChatGPT y rápidamente les mostré qué podían hacer con eso. Yo abrí la puerta, en ese momento abrí la puerta porque aún no sabíamos a dónde iba a ir la cosa. Pero no podés ocultarlo. Tenés un elefante gigante en la habitación, así que no podés resistirte. Así que fue como, abrimos las puertas y ahora hablando con colegas, con algunas cosas que se están haciendo en otros lados, bueno, podemos hacerlo. Así que vamos a prepararnos una guía, una actividad, le pregunté a los chicos si estaban interesados en que hagamos una actividad de física con IA, aprendemos un poco sobre cómo funciona la IA, qué limitaciones tiene, luego lo aplicamos a algo y contestaron que sí. Obviamente también hay interés de los estudiantes, así que algo voy a hacer en las próximas semanas antes de que terminen las clases y realmente me gustaría que fuera también una investigación, no solo una prueba, que pueda obtener algunas respuestas a partir de esa implementación. Así que, bueno, cuando tenga también novedades de eso, te lo comparto.

16-N: Sí, creo que es bueno, la verdad es que parece súper interesante para mí y me aportaría mucho para mi proyecto, así que sí. Y preguntarte, porque no sé, para poder implementar el ChatGPT en las aulas, ¿necesitas algún permiso de la institución? ¿O hasta hoy no se sabe nada?

17-E1: Esa es una buena pregunta, creo que hay un gris ahí, y ni siquiera me había puesto a pensar en eso.

18-N: No sé bien cómo es acá en Argentina, porque no he hablado con nadie que ya lo ha implementado, pero he visto que, en otros países, en las instituciones, ya estaba prohibido desde la dirección directamente, así que no sé...

19-E1: Bueno, acá no me consta que haya una prohibición, por lo que, si no está estrictamente prohibido, de hecho, cualquier recurso que uno encuentra en Internet quiere llevarlo a cabo no es que vayamos a

jugar con información muy personal o cualquier cosa confidencial, así que son interacciones que van a estar dentro los cuidados, más o menos guiados, así que no veo ningún inconveniente por ahí.

20-N: Muy bien. Sí, eso es algo que no sabía cómo se manejaba acá en Argentina porque no había hablado con nadie que lo habían implementado, así que fue más o menos para saber eso. Y bueno, después saber un poco sobre cómo te imaginás de acá a, no sé si cinco años, porque ya parece mucho, quizás, tres años, que va a ser la educación en relación con todas estas nuevas herramientas que la IA nos aporta. Es un poco una visión, una idea.

21-E1: Imagino que vamos a seguir un poco con la inercia esta que tenemos primero. Esta inercia/resistencia al cambio. Eso nos llevará un tiempo en algunos lugares más que en otros. Pienso que tal vez en las escuelas pueda llegar a tardar un poco más su implementación que en la universidad. Y dentro de la universidad, diferentes facultades también tendrán diferentes grados de adopción de este tipo de herramientas. Creo que tiene que haber, van a aparecer o deberían aparecer formaciones para docentes y tutoriales o guías para estudiantes. Me imagino que puede llegar a ser lo primero, ¿no? Bueno, ¿cómo usamos esta herramienta? Y entonces sí, empezarán a aparecer herramientas educativas que ya lo incorporan directamente, ¿verdad? Imagino que, tarde o temprano, Moodle o algo de Google Classroom o nuestras aulas virtuales van a incorporar algún asistente de este tipo. Ya la generación de material se facilita con IA. En un momento dado quise hacer un video de una clase y me llevó horas. Y ahora hay herramientas que te permiten hacerlo en minutos, subir un texto y ni siquiera... lanzás un par de ideas y de repente podés generar material de una manera bastante ágil. Y creo que también, entre paréntesis, que el ChatGPT es una herramienta que potencia enormemente la creatividad. Si tenés que escribir un informe, un examen, preparar una clase, tenías una hoja en blanco, y la verdad es que la hoja en blanco es siempre una cosa que paraliza y ahora tenés algo que es un disparador. Con eso ya te ayuda mucho en tu tarea como profesor o en tu tarea como investigador o en tu tarea como estudiante. Un disparador para ver por dónde empezar, ya no tenés una hoja en blanco, tenés un párrafo de por dónde va a ir la cosa. Entonces eso ayuda mucho. Bueno, creo que van a seguir apareciendo herramientas que van a facilitar el aprendizaje y van a maximizar el aprendizaje. Desde hace unos años son famosos los cursos a distancia. Tomás un curso en Harvard, tomás un curso en Stanford a través de Internet y por ahí, en un momento, la limitación era el idioma. Hoy, no sé si viste, hace poco salió una herramienta donde le subís un video y lo dobla al idioma que quieras con la voz de la persona que habla, con la mímica de la boca. Eso es sorprendente, digamos. Eso creo que sirve para romper muchas barreras. Me imagino que toda la generación de contenido y la posibilidad de alcanzar contenidos didácticos va a ser mucho más fácil. Ahí vamos a romper cada vez más barreras. Y por lo demás, bueno, sí, ya te lo dije, un poco sobre la resistencia, a la generación de contenidos para absorber el contenido viniendo de otros lados y después a que las clases estén permanentemente siendo grabadas y se genere un resumen, especulando un poco más, un poco más creativo, contar siempre con un asistente virtual en clase, o alguna aplicación que los chicos pueden tener y a la que recurren permanentemente y

que no haga falta el docente en ese momento en la Resolución de Problemas, sino que se pueda maximizar o aprovechar mejor el tiempo en el aula.

22-N: Sí, he visto varios videos donde proponen el ChatGPT como tutor, porque sí, la realidad es que al tener tantos estudiantes, por ahí, uno pierde la personalización de las clases, y sí, la verdad es que es muy interesante todas las herramientas que están saliendo. Y quería preguntarte ejemplos de herramientas de la IA que sepas que hoy se utilizan en clase o que hayas utilizado más allá del ChatGPT. ¿Se te ocurre alguna?

23-E1: No, la verdad es que en este momento no, tendría que pensar, ahora no concreté con ninguna, estos de generación de videos, siempre quise usarlos, ahora no me acuerdo, pero debe haber 10 o 20 que le das instrucciones y se generan automáticamente un video, o que pasás la transcripción o el texto y hace todo el video. Existen herramientas para hacer presentaciones también muy rápido, que también me imagino que podría usar. Yo por ahí si tengo que hacer un apunte y quiero poner ilustraciones, utilizo algunas herramientas como Dall-e o hay una de Adobe que se llama Firefly, también genera imágenes como Dall-e y puedo pensar si se me ocurre alguna otra, la verdad es que en este momento uno con el ChatGPT ya puede hacer mucho.

24-N: Sí, era para tener una visión de qué herramientas se pueden utilizar, pero sí, sí, son muy pocas las herramientas que se utilizan en clase, o bien, en realidad es casi nula. Bueno, más que nada, era eso, tener una visión de tu punto de vista, de cómo has trabajado con IA, el ChatGPT, la verdad es que es muy interesante y me parece súper importante investigar sobre estas nuevas tecnologías, porque realmente fue de un día para otro y se habla mucho y hay que hacer mucho, así que estoy muy agradecida, la verdad, que me diste esta oportunidad de poder entrevistarte. Es muy importante para mí toda la información que me diste, así que, un pantallazo de todo, había cosas de las que realmente no tenía ni idea, así que me ayudó mucho, así que, bueno, nada, gracias.

25-E1: Bueno, cuando quieras, si querés que volvamos a hablar. Yo te tiro dos líneas más, una es que el martes, mañana no, el martes de la semana que viene me invitaron a dar para los estudiantes del Profesorado en Historia una charla acerca de cómo podemos incorporar el ChatGPT en la clase, creo que es una actividad abierta que será en Humanidades, así que más tarde te envío la invitación por si querés acercarte. Y la otra cosa que también me parece interesante es que la [Nombre Carrera] es la primera carrera de la UNR que incorpora Práctica Social Educativa. No sé si estás al tanto de que todas las nuevas carreras universitarias tienen que incorporar una práctica social, que es básicamente un voluntariado obligatorio. La UNR definió que todas las nuevas carreras tendrán que incorporar eso, y fuimos la primera carrera que vino con esa reglamentación, y justo ahora los chicos que están en el segundo año estarán haciendo prácticas en el territorio, y una de las actividades que proponemos se relaciona con ir a las escuelas a charlar con los chicos acerca de IA, acerca de tecnología. También hacer podcasts, hacer cuestiones informativas para acercar a la sociedad a la IA, así que, hay una profesora que está en nuestra

facultad, que está organizando algunas de estas actividades, entonces de alguna manera poder hacer algo, alguna conexión ahí.

N: Sí, estaría muy bueno hacer alguna conexión ahí.

E1: Bueno, sigamos en contacto entonces.

N: Bueno, muchas gracias, de verdad.

E1: No, gracias, podés escribirme. Nos vemos.

N: Adiós.

Entrevista a E2

N: Buenas tardes, ¿cómo va?

E2: Buenas tardes, todo bien, ¿vos?

1-N: Todo bien. Para comenzar, voy a presentarme un poco. Yo soy Naibi Moya, soy estudiante del Profesorado en Matemática en la FCEIA-UNR. Estoy cursando los últimos años y, en este momento, estoy realizando un proyecto de innovación en Educación Matemática, en el marco de la materia Proyectos Innovadores en Educación Matemática. Este proyecto tiene como nombre “El ChatGPT y sus aportes en la enseñanza de la Matemática en el Nivel Secundario” y su objetivo principal es proporcionar posibles aportes que favorezcan la enseñanza de la Matemática en el Nivel Secundario. Para poder llegar a esto, estuve investigando un poco sobre la IA y su relación con la educación, y para ello, decidí entrevistar a especialistas en el tema, relacionado a alguna rama educativa. Por lo que estuve observando, usted es la directora de [Nombre Instituto], en donde se presenta una gran variedad de trabajos relacionados con la educación, por ende, está al tanto de las preocupaciones que hoy surgen en este ámbito, ¿no?

2-E2: Así es.

3-N: Bueno, primero quería preguntarle si ha realizado alguna investigación sobre IA.

4-E2: Mirá, yo trabajo con tecnologías de sistemas de programación hace años, 40 años vamos a decir, trabajando con sistemas, y cuando fui al Politécnico fui de las primeras camadas que utilizó la calculadora científica, que también había, en todas las escuelas cuando eso salió. Yo recuerdo que mi padre la compró, era carísima, a ver, no todos podíamos acceder a tener una calculadora científica, yo digo 13 años yo tenía la calculadora científica, que era un bodoquito así de ancho, pero que era la última tecnología de la última tecnología. Y digo esto porque se daban exactamente las mismas discusiones que se están dando ahora, que no, que la mitad de las escuelas y demás decía que no porque van a dejar de manejar la tabla de cálculo, que esto, que lo otro, que la abstracción, bueno, el Politécnico obviamente dijo “sí se usa la calculadora científica”, no hubo ningún docente de Matemática que dijera que no, nadie hizo objeción y, al contrario, se empezó a trabajar así, mientras que otras escuelas y demás seguían de la otra manera. Y después las diferencias las viste en el primer año de la facultad, o sea, entonces, tenemos una trayectoria en tecnología, o sea, siempre está el fantasma, obviamente el fantasma si hay un mal uso, pero si hay un docente que está capacitado, vos siempre sabés cómo dar la consigna. Cuando apareció Internet, ellos mismos decían “ya no

van a buscar, no van a esto”, y sabemos que hoy día, no sé si a vos te pasa, pero yo dando en la facultad, digo “bueno, vayan a Google Scholar, ¿saben lo que es el Google Scholar?”, primer año en la facultad. “No, no”, el Google Académico, ¿qué es lo que tiene?, ¿cuál es la diferencia con el Google Común? “No”. Y cuando damos en el [Nombre Instituto] las charlas de base de datos y demás, los docentes se enteran que existen bases de datos, repositorios temáticos y una serie de cosas, o sea, yo lo que veo es que en realidad tenemos acceso a estas tecnologías, digamos, tienen un alcance masivo. Pero si vamos a hacer un análisis de los usos que se le dan a las tecnologías y a las herramientas tecnológicas que se tienen en educación, vos tenés que quizás haya menos de un 10% que las saben usar, que tienen una idea, digamos, estoy tirando una cosa al boleo como opinión. Pero es por lo que veo, lo que escucho, o incluso lo que escucho con colegas investigadores, uno tiene que estar explicando el ABC de las cosas, entonces es lógico que frente a cuestiones de IA, encima los medios, digan cualquier cosa. No sé si vos leíste ese libro, “Atlas de la IA”.

5-N: No, ese no...

6-E2: Bueno, hay un libro de una investigadora que nosotros lo estamos, yo se lo pasé al equipo, que ella trabajó para las principales empresas internacionales y hoy trabaja en lo que es todo el tema de judicial, digamos, justicia en IA en Europa, y en Europa justamente también una cuestión que se está analizando, me tocó evaluar un proyecto, los agujeros que hay en la legislación con respecto al uso de todas estas herramientas, en los repositorios, en lo que es la producción de la propia universidad y todo lo que está realizado. En este momento Europa está muy preocupada por todo el tema de información y demás porque las universidades por los costos han dejado de ser propietarias de los servidores, están tercerizando y eso va a que después puedan sacar los datos. No están todos los resguardos que debería haber. Entonces esta mujer dice que la IA no es ni inteligente ni artificial, y a mí me gusta mucho esa metáfora porque habla de los procesos de automatización y además denuncia, por ejemplo, como cuando se quiere vender alguno de este tipo de desarrollo, incluso en los momentos de presentación hay un montón de gente atrás trabajando, subsanando errores del sistema como para poder venderlo.

Por otro lado, mi hija que trabaja en IA para un grupo internacional, y ella hace desarrollo de lo que sería lenguaje para el desarrollo de aplicación en IA, como un Python, por ejemplo, ese tipo de lenguaje, pero para el desarrollo de IA, lo que me decía, y lo tiene muy claro, dice “esto está libre porque el objetivo es vendérselos a las empresas, hacer los chatbots más inteligentes, todo esto que está saliendo ahora”, ella ya me lo dijo hace un tiempo. Ella está en una startup internacional, en una de las mejores universidades en el mundo, en el tema, y está trabajando con un grupo, ella de Argentina, ella es la única, pero hay de Europa, de Asia y demás. Son grupos de trabajo que están en la punta de la ola y bueno, y te está diciendo claramente los sentidos del mercado, y esto coincide mucho también con lo que el libro está diciendo. Entonces, todo esto, la cuestión más seria de esto, lo que se está diciendo es que la gente deja de, por ejemplo, de trabajar en los foros, de compartir, que antes había los foros de expertos, porque ya le pregunta a ChatGPT o a los chats que trabajan de esta manera. Pero el problema es que esto corta una

retroalimentación, o sea, se está alimentando de las propias cosas del chat, lo cual va a terminar comiéndose la cola, o sea, por esta cuestión de que se deja de tener la retroalimentación de los expertos reales porque la gente ya lo está haciendo ahí y le pone que sí o que no. Mientras tanto el mercado aprovecha, saca lo que saca, como en toda tecnología, lo que yo vuelvo a decir, hay que, nosotros, por ejemplo, además de la experiencia esa, está [Nombre Investigadora] trabajando en la parte de lengua, y queremos hacer todo un trabajo de un dispositivo que colabore en la escritura del artículo científico. Pero ahí de nuevo, no para que te escriba el artículo, sino justamente para ir subsanando cuestiones de escritura que vemos permanentemente. Recién yo estuve evaluando investigadores, por ejemplo, y una de las evaluadoras decía “esta investigadora tiene errores de ortografía, errores de sintaxis, errores de esto”, en un informe, recurrencias, en fin, toda una serie de cosas que vos decís “¿qué tiene que ver con el pensamiento matemático?”. Sí, tiene que ver. A ver, hay cuestiones de organización, de abstracción, de claridad conceptual, que también en la escritura a la hora de hacer un informe se ven, ¿no? Se pueden observar, no son cosas dissociadas. Y ayer también tuve una discusión en la tesis, hubo una tesis de Maestría que trabajaba sobre pensamiento crítico, pero de la tecnología informática y fui evaluadora. Y una de las evaluadoras dijo, y trabajaba con el tema del foro, dice “no, bueno, pero en Ciencias Básicas o en Matemática no se puede plantear así”. Y yo le dije... claro, saltamos todos, ¿no? A ver, vos no desarrollás el pensamiento crítico y no podés hacer ningún tipo de... nada. Justamente la otra cosa que no tiene ChatGPT ni ninguna de estas herramientas es pensamiento crítico porque no trabajan, a ver, la construcción de sentido es una construcción formal y, como yo digo, es un charlatán; si no sabe qué contestar, va a contestar igual. Digo, es el típico charlatán, que en un momento de un examen te das cuenta que se fabula, que de alguna manera zafa. En eso el Bing es más criterioso, no sé si vos probaste...

4-N: Sí, lo uso ya en la compu, ya queda automático.

5-E2: Y después otro concepto que nosotros tenemos muy claro que está dentro de lo que sería [Nombre Tema], es algo que también yo vengo sosteniendo desde hace mucho tiempo. Uno no tiene que hablar de una herramienta con nombre y apellido, tiene que hablar de una tecnología en general, donde uno tiene que circular en distintas herramientas según el contexto de lo que necesite, de lo que sea. Y está clarísimo, así como el martillo no te sirve para sacar un tornillo, ninguna herramienta cubre el 100% de las expectativas. Más allá de estas herramientas múltiples, ninguna. A ver, y menos una herramienta digital. Y esto, yo siempre lo planteaba también en las discusiones, vengo de las plataformas, hemos desarrollado, trabajo en todo eso. Siempre decía “no me digas Moodle, no me digas tal, decime qué herramientas necesitás, si es un entorno colaborativo”, hablemos de lo que está a partir de lo que uno cree que necesita o le parece, y después veamos si esa herramienta cumple o no cumple con los requerimientos que uno tiene. Entonces hoy, de nuevo, pero por cuestiones de mercado, siempre se ponen el nombre, porque en realidad lo que quiere vender es la herramienta, porque te decía que es acceso abierto detrás de eso siempre hay algo pago, siempre hay un servicio, siempre hay una instalación, siempre hay un montón de

cosas. Y después la otra cosa es decir “bueno, hasta dónde da, hasta dónde me sirvió, en esto me sirvió, en esto no me sirvió”, entonces esa es la evaluación, por ejemplo, que está haciendo en la parte de sintaxis, de lengua y demás. Si vos querés hacer algo serio con esto, también tenés que probar determinadas cosas, distintos tipos de herramientas dentro de lo que sería la idea de los transformers y demás, y ver. Por ejemplo, en Matemática había una que es viejísima, que es de 1917, que tiene el nombre del autor que la hizo, que era para desarrollo matemático, que es con IA, ahora no me acuerdo el nombre, pero es el nombre del creador.

6-N: No la conozco, o no la tengo ahora en la cabeza.

7-E2: Bueno, pero viste, la cantidad de datos y como no es algo que yo esté en esta área, en este momento, ni en eso, pero bueno, a ver, lo que te estoy diciendo es que, por ejemplo, había para la enseñanza universitaria ya en el 2017, el desarrollo de un asistente con IA que trabajaba en el campo de la Matemática. También mi hija estuvo trabajando justamente en tutores matemáticos de enseñanza matemática para una Universidad de afuera. Eso ya hace dos años, que estaban con proyectos internos porque ellos no usan el ChatGPT, hacen su propio desarrollo, tienen la plata para hacerlo también. Pero además queda ahí adentro, ¿se entiende? O sea que después, si lo mejoran o lo que sea, son patentes, son cosas, o son desarrollos que ellos dicen tenemos y cuesta más la carrera, digamos, ¿no? Y bueno, por eso te digo que para mí esto es como que lo largaron así a nivel internacional porque necesitaban ampliar las bases, ver resultados más globales para poder avanzar. Por eso te preguntan permanentemente “¿te sirvió, no te sirvió?, decime cómo lo mejoro” y todo lo demás porque estamos laburando gratis, pero bueno, mientras a uno alguna cosa le sirva. Yo digo, bueno, es la contrastación, digamos. Pero mi planteo es eso, nunca un nombre ni la herramienta así, conocer de la tecnología, sí, el docente hace muchas pruebas antes, no lo puede, ninguna tecnología que tenga, digamos, ninguna tecnología, ningún tipo porque incluso en los talleres y demás puede el que está a cargo de eso desconocer para qué sirve, qué se puede hacer, cómo se puede usar. Y manejar la cuestión para que cuando haya algún problema, digamos “bueno, no, hasta acá llegamos y listo”. Así que si la tesis, el trabajo final se llamaba el ChatGPT, no le pongas eso, porque va a quedar y buscar también en tus trabajos, o sea, las tecnologías se van cambiando rápidamente, uno tiene que llegar a determinadas cuestiones más de fondo que tengan un criterio de clasicidad más amplio, ¿no? O sea, yo, hay cosas que nosotros hemos visto, las hemos visto hace 30 años y sí, sigue vigente. Entonces, ir apuntando hacia esos conceptos, si te querés dedicar a lo que sería la integración de distintas herramientas tecnológicas de 4.0. También, yo nunca hablé de nuevas tecnologías, o sea, porque, a ver, primero que no me gustaba esta idea de aprendizaje electrónico, ningún aprendizaje electrónico, o sea, vos tenés una mediatización que desde la antropología del fenómeno mediático se ve con la primera herramienta que hizo el hombre, o sea, vamos a hilar como tenemos que hilar y dejarnos de que nos vendan espejito de color. Decir nuevas tecnologías ya cuando decís “nueva”, ya te quedó viejo con lo que estás diciendo.

Bueno, tecnologías con tal y tal característica, entornos de trabajo mediatizados por la web, por eso yo dije [Nombre Tema], ahora son intermediales, por el contexto físico virtual y el armado tecnológico en el aula de lo que uno necesite, de acuerdo también al acceso del contexto de la tecnología. Y esa es otra cosa importante. Y siempre dar también la posibilidad, como nosotros decimos, la accesibilidad tecnológica y demás, y al menos dos canales para no dejar afuera nada. Entonces, siempre también al menos dos tipos de herramientas que hagan lo mismo. A ver, uno que viene con eso, mis primeros softwares fueron de edición de sonido y demás y vos de todo software tenés muchas reacciones. También trabajé con edición de imagen y a lo mejor hay un software, una interfaz que te va mejor y hay otra que te va mejor y en esto uno te dice “no, a mí me va mejor trabajar con este porque, no sé, me resulta mejor”. Entonces, toda imposición del docente de una sola cosa siempre va a ir en contra del estilo cognitivo de algún otro. Entonces, si vos querés ser verdaderamente no excluyente en tu clase y tener adecuaciones de contexto, entonces ahí se multiplica porque el docente tiene que tener una batería de menú de cosas. Y ahí está la problemática en la integración de las tecnologías, cualquiera sea, en un contexto educativo. A ver, yo te puedo decir, nunca hice un curso de Word, nunca hice un curso de programación, sin embargo, sé diseñar sistemas. O transferir conocimientos de un lado a otro, porque transfiriendo de edición de sonido y de edición de imagen y lo que sea, de manejar cualquier editor de texto sin ningún tipo de problema. Y esto es fundamental en el pensamiento matemático. Y lo que no se cruza también es eso, y esta es otra cosa que no llegan a comprender del todo y que me cuesta incluso entre el equipo de investigación. Como un objeto cultural complejo, tiene en sí una serie de desafíos que se tienen que cruzar con elementos curriculares y de pensamiento y demás, y que hay que hacerlo visible al alumno para que justamente no va a ser solo un porcentaje muy, muy bajo que hace transferencias; o sea, tiene que tener un cociente muy alto de inteligencia para hacer transferencias más cómodas. A la mayoría, al menos cuando se lo decís, te dicen “¡ay, sí, tenés razón!”. ¡Tuc! Y dio la vuelta que necesitabas. Entonces, bueno, esas cosas que parecen tan de sentido común, a veces si vos no tenés claro qué es esta tecnología, qué es tu dominio específico disciplinar y cómo esto que está acá se puede cruzar, qué tiene adentro, eso es lo que hay que hacerle ver al alumno porque ahí también van a poder ver el límite de la tecnología. O las posibilidades o no posibilidades, ¿no? O las potencialidades o las debilidades. Bueno, nada, eso es lo que te puedo decir.

8-N: Quería preguntarle si cree que los responsables de las políticas educativas tienen que empezar a hablar sobre la IA y empezar a plantear políticas educativas donde se involucren.

9-E2: A ver, la UNESCO Argentina es el Aladdin de adherir a las recomendaciones. Creo que es uno de los países que más rápido adhiere a las recomendaciones internacionales de la UNESCO y todo eso. Está dicho por la gente de la UNESCO, yo formo parte de ahí. Cuando se hizo toda la cuestión ética de la IA, Argentina ha sacado toda la cuestión que sí, bueno, o sea, nosotros no podemos estar, nadie que esté en ninguna política pública puede estar ajeno a lo que son los desarrollos tecnológicos y los impactos de los desarrollos tecnológicos que son transversales a todos los campos del accionar ciudadano. Entonces, las

cuestiones de la ética, justamente hay unas charlas muy buenas, que está dando al Ministerio de Ciencia y Tecnología, con expertos, digamos, bueno, eso es lo más serio que hoy está en la Argentina. Porque hay muchas charlas de IA, hay cosas muy como introductorias, otras fijadas por el mercado. Pero estas del Ministerio de Ciencia y Tecnología son importantes porque ahí se cruza la cuestión de expertos con la cuestión de desarrollos reales con ejemplos claros, donde no hay ni esa postura pro-pro-pro ni en contra-en-contra, sino justamente te hacen un análisis claro. A mí me sirvió mucho cuando di la charla en Bioquímica porque justamente les centré en problemáticas de salud y entonces, bueno, las cuestiones que hay que estar alerta. Había bastante preocupación sobre eso y estuvimos hablando al respecto. También ahí habló [Nombre investigador] de una forma mucho más dura, digamos, más de, a ver, no se puede estar hablando de IA sin saber que el ChatGPT no es solo esa forma, que hay muchas tecnologías de IA, ¿no es cierto? Hay un montón de cuestiones que hay que saberlas un poquito más en profundidad antes de decir tal o cual cosa, y eso uno lo ve en los discursos también, cuando por ahí hablan o porque tomaron una palabrita y vuelvo a decir, es igual que el e-learning. El e-learning, también, en un momento yo pasé de los, que también es toda una línea, que es la de los recomendadores expertos de grupos que se ponen en las plataformas educativas, que te formaban los grupos, que viene ligado a todo lo que son las pruebas multiple choice y demás. También, frente a esto, lo que también yo digo, hay que analizar desde dónde está hablando ideológicamente, ¿no? Y a partir de eso, bueno, y esto también se lo digo a mis alumnos, vos de acuerdo a dónde estés parada ideológicamente en lo que es un proceso educativo vas a adoptar tal o cual herramienta tecnológica, ¿viste? O sea, o son neoconductistas o son más constructivistas dialécticos o lo que sea, pero bueno. Y en esto también está, más allá, por eso vuelvo a decir, la gente se fija en la tecnología, primero hay que fijarse en el posicionamiento; es decir, primero tenés que decir “quiero la casa de tal manera” y después buscarás el arquitecto que vaya con tus cosas y todas las tecnologías asociadas. Entonces, a veces en el ámbito de lo público también las políticas de mercado dicen determinadas cosas porque total le vendo dos millones de computadoras, si después hacen, no hacen, la usa o no la usa, no me importa, y lo escuchás. Y en el medio hubo negociado, hubo mucho dinero. Entonces, esto también tiene que ver con políticas de mercado, con posicionamientos ideológicos, o sea, son siempre sistemas complejos. Por eso nosotros tenemos el modelo de sustentabilidad, de sostenibilidad de prácticas educativas mediatizadas, donde hay un montón de factores. Le vas a integrar tecnología, un proceso de mediatización, cualquiera sea, bueno, fijate todo lo que entra, los factores sociales, los factores institucionales, los factores tecnológicos, técnicos, técnico-tecnológicos. Bueno, viste que tenemos la semana que viene la jornada [Nombre Jornada], ahí vamos a presentar el libro, y el libro va a estar en acceso abierto, y el último capítulo es el modelo [Nombre Modelo]; digamos, en lo que serían las prácticas educativas mediatizadas, incluso en prácticas también extendidas, lo que serían prácticas de space maker, que hoy se está utilizando mucho dentro de la formación, fundamentalmente en todas las carreras de Ingeniería y demás, con este cruce en el objeto, de la creación del objeto, pero cruzando todos los contenidos de la carrera. Y hay

experiencias también en secundaria con esto, y matemática ahí tiene un rol fundamental, física, ni te cuento, todas las cosas que se pueden hacer cruzado por aprendizaje, por proyecto y todo eso. Y ahí nosotros tenemos un modelo completo de cómo plantear una sostenibilidad de esas prácticas. Así que bueno, ahí podés leerlo y después preguntarnos, etcétera. Te puede abonar al marco teórico del trabajo.

10-N: Sí, lo voy a tener en cuenta para sumarlo al trabajo. Bueno, para finalizar, le pregunto cómo considera que será la educación dentro de tres, cuatro años con todo lo que es la IA, estas nuevas herramientas que nos presenta.

11-E2: Mirá, nosotros trabajamos por contexto, por región y por demás. Nosotros si uno hace un análisis, no se puede hablar de una educación homogénea, universal y global. Y esto, como cualquier introducción de tecnología educativa, va a estar muy supeditado en el contexto. O sea, en el Instituto en este momento hay un grupo trabajando en la [Tema Grupo], haciendo un libro de iniciación a la matemática y los otros días recién les inauguraron una escuela. No tenían escuela. Entonces, esto está muy claro en las diferencias. Ahora nos vamos a la [Nombre Escuela] en Buenos Aires y en la [Nombre Escuela] en Buenos Aires ya todo esto que estamos hablando ya lo tienen. Y entonces, hay realidades absolutamente disímiles y también, como digo, tampoco es todo malo en Argentina. O sea, hay gente que está muy capacitada, hay contextos que se pueden hacer cosas y bueno. No te puedo decir tres años, dos años, porque en realidad lo que te puedo decir es que desgraciadamente cada vez se amplían más las diferencias en el contexto de país que estamos viviendo. Los niveles de pobreza no son solo pobreza económica sino pobreza de acceso a universidades, a terminar un secundario, a terminar un primario. Y entonces, vos podés ponerle todas las tecnologías que quieras. Pero si los chicos dejan de ir a la escuela porque, por miles de razones, o tenés la otra cosa que está pasando en Rosario, en todas las escuelas, todas las semanas vos lo ves, que es la otra cosa, escuelas que tratan de tener tecnologías, que hacen un esfuerzo enorme, vos ves que hay una política institucional que va, que hay una comunidad educativa que acompaña, que hay docentes que quieren hacerlo y demás. Pero tenés factores que están totalmente por fuera de la posibilidad de acción de hechos, que en un fin de semana le desmantelan todo. Entonces, creo que esas preguntas, si vos las planteás o lo que sea, tenés que decirles la realidad. Así que, bueno, si me decís cómo lo veo, y lo veo en esa complejidad y en esa heterogeneidad.

N: Bueno, agradecer por la oportunidad de esta entrevista y la verdad que me sirve un montón para poder seguir desarrollando mi trabajo. Así que muchísimas gracias por su tiempo y por toda la información que me ha dado.

E2: Bueno, y espero que puedas hacer un muy buen trabajo. Nos vemos. Hasta luego.

Entrevista a E3

N: Buenas tardes, ¿cómo va?

E3: Buenas tardes, todo bien, ¿vos?

1-N: Todo bien. Bueno, para comenzar, me voy a presentar, yo soy Naibi Moya, soy estudiante avanzada del Profesorado en Matemática que se dicta en la FCEIA-UNR. Actualmente estoy cursando una materia que se llama “Proyectos Innovadores en Educación Matemática” y, en el marco de esa materia, estoy realizando un proyecto llamado “El ChatGPT y sus aportes en la enseñanza de Matemática en el Nivel Secundario”. El objetivo principal de este proyecto es proporcionar posibles aportes del ChatGPT para fortalecer los aprendizajes en las clases de Matemática en el Nivel Secundario. Para ello, estuve investigando un poco sobre lo que es la IA y, a partir de allí, decidí contactarme con especialistas en el tema. He observado que usted es Doctor en Didáctica de la Matemática y Estadística. Además, participó en un conversatorio sobre IA y educación, y ha trabajado con relación a la IA en varias ocasiones. ¿Puede contarme a qué se debe ese interés?

2-E3: Sí, nosotros venimos trabajando hace años con lo que llamamos sería nuestra idea semilla, nuestro interés principal, que es que los estudiantes le encuentren sentido al aprendizaje. Por un montón de razones, entre ellas ética pero también de aprendizaje, nos parece fundamental, si no le encuentran sentido realmente es un acto, bueno que tiene, se puede caracterizar de manera muy diversa, el hecho de estar ahí haciendo algo que no tiene sentido, ¿no? Creo que vos y yo hemos transitado en la vida por momentos que no le hemos encontrado sentido. Entonces, buscamos que le encuentren sentido al aprendizaje. Eso nos llevó a pensar propuestas para lograr esto que buscamos. Pensamos en cuatro elementos clave para realizar estas propuestas. Esos cuatro elementos son, uno es que lo que aprenden tiene que servirles para el futuro, pero también para el presente. Otro es que sirva para ellos, pero también para su comunidad, para su entorno, que eso llamamos la trascendencia. Otro es que para nosotros los campos disciplinarios, en este caso el tema tuyo es la Matemática, es que la Matemática en realidad no es un objeto de aprendizaje, o sea, nuestro objetivo no es que los estudiantes aprendan Matemática, sino que los estudiantes tomen decisiones con racionalidad. Entonces, ¿qué pasa para tomar decisiones con racionalidad? Lo que promovemos es que los campos disciplinarios funcionen como una caja de herramientas para construir los argumentos que les permiten tomar decisiones con racionalidad. La Matemática no es un objetivo, sino que es una herramienta. Fomentamos la toma de decisiones racionales. Con esos pilares determinados proponemos a los estudiantes en general situaciones que podríamos decir como aprendizaje basado en proyectos. Ahora, ¿qué pasa? Los estudiantes, nuestro objetivo principal es que tomen decisiones con argumentos y que utilicen la disciplina para esas decisiones. Bueno, resulta que poco a poco nos fuimos dando cuenta como investigadores y que, tarde lo reconozco, esas decisiones, en definitiva, esos argumentos, esos procesos argumentativos de los pibes y de las pibas, no responden a la lógica matemática de una lógica deductiva “si a entonces b”. Es otra lógica. Es una lógica de la argumentación. Que es un poco más blanda, bastante más blanda que la lógica matemática. Hay procesos abductivos ahí, no solamente deductivos. Nos fuimos metiendo poco a poco en esta cuestión de la argumentación. Que, casualmente, es una de las habilidades del siglo XXI a desarrollar. Entonces ahí empezamos a ensamblar

cosas. “Ah, mirá, los estudiantes tienen que razonar, tienen que fundamentar” y, casualmente, esa fundamentación, esa argumentación es una habilidad a desarrollar. Y se produce, y ahí voy a tu pregunta, se produce en el discurso, sobre todo. ¿En qué soporte se produce? En el hablando. Hablando, no escribiendo. O sea, podés escribir una argumentación, pero mucho más duro. Naturalmente nos expresamos en el discurso. Bueno, entonces dijimos, empezamos a probar, ya que en el discurso escrito era muy duro, a proponerle a los estudiantes que, en vez de ser evaluaciones escritas, se llamaron, en términos mucho más amplios, que haya trabajos prácticos por video, por multimedia. Y el cambio de paradigma, la prueba escrita pasó a una evaluación multimedia, donde el estudiante pasó a ser como un DJ, que maneja una consola de instrumentos tecnológicos para dar su argumentación. Eso lo estamos haciendo ahora. Y, bueno, entonces, ¿en qué soporte el material se está empezando? Bueno, ¿qué pasa? Cuando el uso de video es muy difícil, para mí, profe, ahora vamos a hablar del profe, sacar el discurso de un video de 40 minutos de un estudiante y suponte, multiplicarlo por 10 o 60 estudiantes. Y eso, tengo mucha riqueza en los videos, pero no la puedo analizar. Entonces, bueno, vamos a ver si con IA, y ahí estoy llegando a tu pregunta, si con IA podemos sacar cosas, sistematizar un poco eso, y que sea un poco más objetiva la manera de mirar. Bueno, entonces, llegamos a eso. Estamos trabajando en eso. No estamos usando el ChatGPT ahora, dejamos que los chicos lo utilicen libremente, obvio, pero en términos de que estamos desarrollando algunas herramientas que se basan, si querés, en IA, no tanto en ChatGPT. ¿Dónde? Bueno, ahora te voy a contar otra más, que es probable que ahí traigamos al ChatGPT.

Entonces, ¿qué es lo que estamos haciendo? Utilizando todo un enfoque que se llama minería de argumentación, donde se buscan en un discurso las etapas argumentativas, las etapas del argumento. Bueno, vimos que, en Alemania, hace seis meses, hicieron un prototipo a nivel de investigación. Nosotros estamos hablando de eso, utilizamos, primero, WhisperX, si tenés un video con Whisper, te lo pasa a audio primero y después a texto. Y ahí el texto es una minería de argumentación. Me parece muy interesante porque vamos a poder procesar un montón de producciones de los chicos y tener, algo que me parece fundamental, tener un poco más de objetividad. Llamalo si querés una evaluación, pero para analizar el proceso de los chicos, tener un poco más de información, digamos, más objetiva de lo que está pasando. Y a su vez hacer una devolución inmediata al chico, para que diga “ah, mirá, hice conclusiones, pero no di fundamentos”. Empezamos con eso. Entonces, esa es una herramienta que estamos usando.

Otro, por ejemplo, es una herramienta bastante simple, pero que le parece piola a los chicos, que cuando hacen trabajos con presentaciones grupales, lo que suele pasar es que se solapan, se tapan, uno tapa al otro. Entonces, hay una, vinculada también a Whisper, a esta herramienta que tiene IA, se graban y te sale el tiempo de cada interruptor, no solamente el texto, sino la posición de la palabra en el texto, está bueno para que empiecen a practicar y digan “ah no, che, yo me estoy quedando callado, no hablo nunca”.

Otra que queremos hacer es abrir un catálogo de las clases, donde estamos haciendo varias en paralelo, desarrollando. Y este catálogo es, ya que podemos extraer el texto de las clases, a ver, hoy, yo lo que hago,

me estoy grabando las clases con el celular acá, en el bolsillo, donde llevo la camisa, y grabo mis clases. Bueno, eso lo paso por Whisper, lo transcribo. Una vez que lo transcribo al texto, entonces es probable que vayamos al ChatGPT, o de otra herramienta, que haga un resumen de las clases. Y sería una suerte de catálogo de las clases, donde los pibes que faltaron pueden decir “a ver, primero me dieron un resumen, ah, no, yo falté a tres clases”, o “quiero estudiar todo el año, tengo el catálogo, ah, entonces ahí está, entonces voy y lo pido, voy y lo escucho”. El catálogo es una biblioteca virtual. Todo esto a partir de estas herramientas. Toda en función de lo que observábamos en las clases. Bueno, eso es más o menos a tu primera pregunta. ¿Cómo llegamos? Bueno, la necesidad de tener elementos para la documentación fue la primera, después te fui contando otras más. Pero bueno, fui por ahí con tu pregunta.

3-N: ¿Esto se realiza en el Nivel Superior?

4-E3: Hay alguna cosa que estamos testeando en el Nivel Superior y también en el Nivel Secundario. Sí, nos imaginamos los dos escenarios.

5-N: Bueno, considero por todas las cosas que ha hecho y por lo que me está comentando, que considera muy importante implementar la IA.

6-E3: Sí, o sea, por ejemplo, yo la duda que tengo es la idea de caja negra. O sea, “¿qué me hace?”. Por ejemplo, si estoy en el ChatGPT, ok, yo entiendo, hago algo de análisis de datos, algo de machine learning también, pero tiene millones y millones de parámetros ChatGPT, y bueno, me cuido, es como que yo necesito saber, como profe, como investigador, sobre todo, “Bueno, a ver, abríme la caja negra y dejame ver qué hay adentro para yo ser más consciente”. O sea, a tu pregunta, sí, considero que es importante la IA, pero tenemos que nosotros como desarrolladores, no sé si profe, el profe no va a tener tiempo, pero nosotros como desarrolladores, saber cómo está funcionando la caja negra. Yo encuentro súper potente saber, en términos generales, para qué, yo cada vez estoy más consciente, ahora que está la posibilidad de estos datos, más consciente de nuestra subjetividad como profesores; mientras que yo trabajo el pensamiento por proyecto. Aquella vieja evaluación de papeles no está más. Entonces, todo pasa a un plano que tratamos de ponerle la mayor calidad de análisis posible, pero queda en un plano muy subjetivo. Queremos recuperar o ganar objetividad, ganar información para que podamos entender el desempeño de los chicos de una manera de mejor calidad, digamos. ¿Me explico más o menos?

7-N: Sí, sí, sí.

8-E3: Es muy subjetivo, sino Naibi. Lo vivimos. Estábamos tomando un examen, ponele viene un colega, puede llegar a decir “ah, me encantó porque estamos trabajando en el mismo tema”. O “ah, no, a mí me encantó porque tiene un estilo...”, que lo he dicho. Pero eso no puede ser argumento, y pasa. Bueno, queremos ganar objetividad. Y en eso también transparencias.

9-N: Bueno, un poco esto que me comentaba de la caja negra. Entonces, ¿considera que es importante que los docentes tomen ciertas capacitaciones como para poder utilizarla?

10-E3: Totalmente. Sí, sino nos quedamos en un nivel de usuario terminal. O sea, terminal me refiero a que no sé nada de lo que está pasando. Y no, porque bueno, ahí en el medio están los chicos. Ahí en el medio están los chicos. Entonces, aparte de todo lo que representa filosóficamente y psicológicamente, el hecho de delegar sin saber. Así que sí.

11-N: Teniendo en cuenta esto de las capacitaciones, ¿cree que las autoridades educativas deben tomar iniciativas para que se utilice la IA, para que se creen capacitaciones?

12-E3: Mirá, lo que nosotros estamos, lo que estamos analizando... O sea, sí, capacitaciones en el uso de la IA, no solamente ChatGPT, sino en general. Pero, a ver, llegó tan rápido esto que saltó algo que a nosotros nos parece fundamental, pasó por encima a lo que es el análisis de datos de los profesores. No como cosa a enseñar; no estadística. No estoy hablando de estadística, que sí, adhiero, estoy hablando de capacitaciones en análisis de datos para que los profes usen datos como herramienta de análisis de los estudiantes. Hay una que, la otra vez no sé si la comenté en la charla del otro día esa que nombraste, por ejemplo, una manera de interrelacionar a los profes es que compartan todas las notas de sus estudiantes.

13-N: Sí, algo había escuchado.

14-E3: Bueno, el mismo año, compartir la Matemática, Física, etc. Y, bueno, es como mirar... Yo estoy en Matemática y tuve una vista del objeto, y el otro tendrá otra. La idea es integrar eso. Para eso se usan análisis de datos. Y creo que eso también es fundamental. Entonces, una capacitación tanto en análisis de datos para analizar, como en IA. Sino, en realidad, creo que, si no nos capacitamos, no la vamos a poder utilizar bien.

15-N: Bueno, yo he estado hablando con docentes en el nivel secundario y me han comentado que por lo menos desde las autoridades de las escuelas ni siquiera se ha tocado el tema, más que, bueno, con esto del ChatGPT, les han advertido como “bueno, cuidado con esto, que los chicos lo usan”, pero no más que eso.

16-E3: Sí. Mirá, mis estudiantes lo usan, nosotros alentamos a que lo usen. Queremos provocar ese momento. Está bien, también uno es investigador y quiere ver cómo reaccionan. Por ejemplo, lo han usado, pero por el momento el uso que le están dando, de manera libre, insisto, sin que nosotros propongamos actividad, sobre todo, lo que terminó siendo por ahora es como una suerte de Google de buena calidad. Un buscador semántico, y ahora las respuestas ya no son sitios web, sino la construcción semántica a partir de eso. Y nos pareció buenísimo porque a partir de esa construcción semántica no podían escapar de hacer algo. Tenían que ponerse a laburar, en este caso en Matemática, para resolver esto. O sea que nos pareció buenísimo, porque ahorró tiempo en la búsqueda privada. Después hay que laburar. Pero sí, insisto con lo otro también, que tenemos que tener, hoy en día no me imagino un Profesorado sin una materia que tenga IA y análisis de datos. Ya tendríamos que tenerla.

17-N: Bueno, en nuestra carrera hay una materia que se llama Recursos Tecnológicos y bueno, no es específicamente con IA, pero se dicta en el primer año de la carrera y es muy interesante porque hay muchas herramientas que uno cuando arranca la facultad no las conoce y son muy interesantes para

trabajar en las clases de Matemática. Así que, bueno, por ese lado es un poquito tratar de acortar la distancia de todo lo nuevo que va apareciendo.

18-E3: Y ahora, por ejemplo, está buenísimo eso que decís. Ahora, yo viajo a fin de mes a Austria un mes, ¿conocés el software GeoGebra?

19-N: Sí.

20-E3: Bueno, viajo allá, a donde lo desarrollaron, vamos a trabajar con el líder de GeoGebra y me invitaron a participar en un proceso de Analytics aplicada a educación. Y, bueno, es impresionante lo que se está haciendo. En alguna de las charlas estábamos testeando muy a nivel casero, si querés, pero ahí ya están hablando de sistematizar cosas súper interesantes. Bueno, clustering, eso yo viste, más generalmente hay un método de agrupamiento por parecido. Se llama clustering. Bueno, ese método les permite agrupar a los chicos por parecido en el desempeño. O sea, en lo que tengas como información. Y la idea es, bueno, nosotros hablamos en Córdoba, en un curso de 600 alumnos, 600 estudiantes de Ingeniería, “cómo hacer yo, como estudiante, para contactar a otro, que está más o menos a mi nivel, nos podemos tirar juntos”, unos 600 colegas en el anfiteatro. Bueno, sitio web, en clúster de dos, 20 más cercanos a mí, en términos de desenvolvimiento, listo. En esos 20 tengo el WhatsApp, el mail o lo que quieras, los contactos nos vamos a tirar juntos. Hay mil cosas para hacer.

21-N: Teniendo la tecnología en nuestras manos, también está bueno que uno siempre intente entenderlas y poder aplicarlas, porque siempre son beneficiosas, si las podemos aplicar correctamente. Quería saber un poco qué desafíos enfrentaste al implementar, bueno, estas herramientas de IA, si es que alguno se te presentó.

22-E3: Sí, seguro, seguro. Mirá, estamos a nivel de testeo. Hay una que, bueno, era esperable, ya lo habíamos previsto. Es re loco cómo, te voy a hablar de la libertad de cátedra, acá yo doy mi materia y no nos cruzamos y no vamos a trabajar nunca juntos. Bueno, queríamos implementar en una institución esto de que todos los profes miren de manera integral las notas de todos, a buscar relaciones. Aparte, es re piola, porque hay muchos estudios donde mostramos que, si tuviste tal estrategia de estudio, te va bien en tal otra. Y los profesores empezamos a poner, pues ponemos eso “che, vamos a reunir las notas de todo”, por ejemplo, todo primer año, y nos encontramos con “no, pero las mías son en letras, entonces, no”, “pero las letras las pasamos a dicotómica no te hagas problema”, “no, pero...” y empiezan a dar vueltas. Es un resguardo, para mantener mi subjetividad. Entonces, eso, por un lado, vinculado a eso, todo de la libertad de cátedra, en general. La gestión se ocupa de los papeles y no se meten en cuestiones peores, con este tema de la libertad de cátedra. Entonces, la dificultad mayor que encontramos es esta. Y el mundo pide a gritos, no estoy hablando de la Argentina, el mundo pide a gritos que se integren. Bueno, uno de los mayores obstáculos es eso. Ahí el mayor obstáculo que estamos encontrando es eso.

Todas esas herramientas que van a surgir, que no se van a limitar a ChatGPT, te están llevando a disponer de un montón de datos para que respiremos y nos manejemos más humanamente. Para mí, es el objetivo.

O sea, más humanamente me refiero a esto “che, vos sos la de Física, mirá, cómo es que estos pibes van bien en la tuya, mal en la mía, cómo hacés vos con esta estrategia pedagógica”, más humano. Pero eso está impactando en nuestro individualismo. Si querés, el individualismo está impactando en que no vamos a aprovechar esas cosas.

23-N: ¿Qué cambios pudo notar con estas implementaciones? Por ahí un poco más en lo referido a los estudiantes.

23-E3: A los pibes súper interesados. Por ejemplo, va una... mirá, ahora me acordé, que probamos, no era aplicable a nosotros, pero lo probamos. Habíamos implementado un chat en la pantalla, en el pizarrón, donde los pibes tímidos, en un aula muy numerosa, podían hacer sus preguntas por el chat. Ahí en la pantalla.

24-N: ¿En forma anónima?

25-E3: Claro. A un niño o a un avatar, lo que vos quieras. Preguntaban sobre determinadas cosas. Bueno, no nos hacía falta porque nosotros tenemos 60 pibes. Los conocemos, tenemos trato. Somos mucho más cercanos. Ese les había gustado en ese momento.

Después, por ejemplo, esto que te comenté, algunas herramientas estamos testeando. Lo de las... ah, no te comenté una que toma la asistencia de manera autogestionada. O sea, una aplicación, te ponés presente, o sea, el mismo pibe se pone presente. Y se valida por la geolocalización y el dispositivo. No es solamente una herramienta, sino que es un mensaje para los pibes. O sea... nos modernizamos. Y a su vez, nosotros mismos generamos las herramientas. Somos capaces de traer un mensaje fuerte para los pibes. No somos solamente consumidores, sino que podemos producir. Eso es fuerte. Y eso les gusta también. Después tienen un gráfico mapeo de qué tan presentes están teniendo las clases y más, junto a otras cosas.

Lo de los clústeres también lo testeamos y estuvo muy bueno porque empezaron a pedir. cuando trabajaban en grupo. Decían “bueno, si vamos a trabajar en grupo danos el clúster así nos juntamos y que estemos más o menos parecidos”. Bueno, está esa posibilidad por eso a mí me gustó.

El ChatGPT te digo, lo usan libre, creo que no lo usan mucho, bah al menos no lo dicen, pero no está tirado ni nada. Así que, en general, la cuota de los pibes es positiva.

El otro día, eso que te digo del examen que se solapaban le propusimos que nos den un par de meses que íbamos a desarrollar eso, que te tire si te estás solapando uno con otro, que dejen hablar al tímido. En general, es súper interesante.

26-N: Y todas estas herramientas, ¿son producciones de ustedes?

27-E3: Sí. Están todos a nivel prototipo.

28-N: ¿Y no están abiertas a la comunidad todavía?

29-E3: No, porque las tenemos que pulir todavía. Una de las que más queremos, si querés, que hay con el método de desarrollo en tecnología artificial es la minería de argumentación. Para mí va a estar buenísimo porque va a permitir que los pibes hagan videos de cualquier cosa, desarrollando algo y ahí se va a notar

bien claramente si hay un ChatGPT o si están leyendo, se va a ver en el video, se va a ver cómo manejar las cosas. Y estaría buenísimo porque tendríamos ese discurso argumentativo de los pibes. Pero está llevando un poquito más de tiempo. Pero sí, están en pleno testeo de desarrollo.

30-N: Son muy interesantes estas herramientas la verdad, me gustan mucho.

31-E3: Bueno, gracias.

32-N: Y, ¿qué desventajas notó? Si es que notó alguna.

33-E3: Bueno, yo soy naturalmente optimista así que la verdad está... desventajas. No. Muchos se quejan de que ya no pueden pedir trabajo práctico en el hogar porque se las hace el ChatGPT pero como nosotros estamos en un nivel de propuesta que no...

34-N: Claro, que no son mecánicas.

35-E3: Claro, la verdad es que nos reíamos. Sinceramente no nos despeinó porque la verdad es que no había ese tipo de cosas, o sea, los pibes agarraban y decían... "le tiramos esta pregunta al ChatGPT y dijo que no tenía respuesta". Si querés la desventaja que nos traería es el uso abusivo del ChatGPT, no tanto de los pibes, sino de los profes que delegan el ChatGPT sin saber lo que hay adentro. Eso es lo que más me preocuparía. Por la caja negra.

36-N: Para finalizar un poco, saber cómo visualiza el papel de la IA en lo que es la educación en cinco años.

37-E3: Bueno, como te dije, soy optimista, pero me imagino este tipo de herramientas con una difusión muy amplia y un montón de herramientas que nos permitan el contrato didáctico para ser más objetivo. Me encanta esa idea de que tengamos un montón de información que después hay que agilizarla para que el profesor no se sature pero que podamos conocer un poco más a nuestros estudiantes para saber cómo le está yendo. Ahora, cómo me lo imagino, de acá a cinco años, mirá... ¿viste que el ChatGPT evolucionó esta semana y ahora puede hablar? Bueno, la verdad que todo lo que digas ahora va a caducar brevemente, así que espero que en algún momento encuentre una meseta que nos permita construir sobre esa meseta. Por ejemplo, Whisper creo que salió en noviembre, Whisper X salió en mayo de este año. En un momento vamos a necesitar parar un poco con los desarrollos y construir a partir de eso.

O sea, ¿cómo me lo imagino?, y la educación va a tener que hacer una fuerte modernización. Pero temo que, si no nos capacitamos, los profes, va a ser dramático. Mirá, nosotros hace años estamos laburando con la educación basada en proyectos, te diría que 20 años, y todavía no se implementa, ahora empezó la urgencia en algunas provincias y están dando vueltas. O sea, se debía haber implementado hace un montón. Bueno, imaginate la IA. Entonces, hay urgente necesidad de modernización no solo de las clases, sino de los Profesorados.

N: Bueno, agradecerle de verdad esta posibilidad por haberme respondido tan rápido también y por haberse hecho el tiempo. Muchísimas gracias. La verdad que es muy buena toda la información, bueno, de

todas estas herramientas, súper interesantes así que esperemos que sigan avanzando y que puedan prontamente poder implementarse.

E3: Bueno, dale, gracias. Estamos trabajando. Nos vemos.

Grupo enfocado

1-N: Voy a empezar presentándome y comentando los motivos por los que los convoque acá. Soy Naibi Moya, actualmente estoy cursando el Profesorado en Matemática en la FCEIA. Dentro de este se encuentra una materia llamada Proyectos Innovadores en Educación Matemática, donde realizamos proyectos innovadores. En particular, mi trabajo se enfoca en tratar de proporcionar aportes que involucren al ChatGPT en la enseñanza de la Matemática, favoreciendo el aprendizaje en el aula. Teniendo en cuenta esto, me pareció importante hablar con docentes para conocer sus opiniones y experiencias con respecto al tema. Para comenzar, ¿cuántos años hace que dictan clases de Matemática y en qué tipo de instituciones trabajan?

2-D1: Yo soy profe desde el 2017 y me encuentro trabajando desde el 2016, primero como ayudante alumno y después como ayudante de primera en la facultad, desde el 2016 y después en el ciclo medio, en el secundario, desde el 2018 con reemplazos y desde el 2019 ya titularicé. Y trabajo en una escuela primaria, donde tengo un taller con estudiantes de 5to, 6to y 7mo.

3-D2: Yo empecé en el 2019 con un cargo de ayudantía en Ingeniería, en la facu. Después fui auxiliar en [Nombre Asignatura], en 2020, también en la facu. Y de 2021 para adelante empecé con reemplazos en secundaria. En 2022 di los cursillos de ingreso de la FCEIA. Y ahora, tengo un cargo fijo en el colegio [Nombre Escuela], además tengo un cargo en la [Universidad Privada]. También estoy dando los cursillos de ingreso en la Escuela de la UNR [Nombre Escuela]. Y, además, muchas clases particulares, que también lo cuento porque es parte de mi experiencia docente.

4-D3: Hace 12 años que estoy recibida, que dicto clases. Actualmente estoy trabajando en el nivel medio, en primer año, en particular. En el nivel terciario, en un Profesorado de Educación Inicial. Y en la facultad, en dos facultades, en la Facultad de Ingeniería estoy en los últimos años de [Nombre Carrera] y en la Facultad de Estadística en [Nombre Carrera]. Siempre me manejé en estos ámbitos.

5-N: Bueno, enfocándonos un poco más a lo que va mi proyecto, quería saber si han escuchado hablar sobre la IA.

6-D1: Sí, yo en particular doy clases en [Nombre Carrera]. En el primer cuatrimestre arranqué con la parte de lógica y el segundo cuatrimestre estoy dando Matemática que sería como un Cálculo. Esa es mi experiencia actual. Particularmente no sé si tengo el conocimiento justo de lo que sería la IA, puedo pensar a qué apunta, pero no soy capaz de definirla.

7-N: Y, ¿hace cuánto más o menos empezaste a escuchar el término?

8-D1: Hace varios años, y sabemos que es lo que se viene. Nosotros ya tuvimos un acercamiento, nosotros que somos parte de la FCEIA por Licenciatura en Ciencias de la Computación, un poco de acercamiento tiene, el tema de la programación, me imagino que tiene que ver con eso...

9-D2: En el colegio donde estoy trabajando, tuvimos una reunión plenaria donde uno de los focos era el ChatGPT, justamente estuvimos hablando mucho sobre eso, más que nada porque al ChatGPT lo están usando mucho los chicos de secundaria para hacer trabajos prácticos, que te construya textos o párrafos, con las respuestas a los problemas o enunciados que te piden hechos de una forma diferente a como están en el texto original, que es lo que uno busca. Entonces, justamente nos advirtieron sobre, quizás era más una cuestión de los peligros del ChatGPT antes que los beneficios, pero también decían que podía haber algún tipo de beneficio en su uso, pero que hay que tener cuidado cuando entregan trabajos porque podrían estar usando IA para hacerlo, es algo que se puede llegar a ver cada vez más. Más allá de eso, IA, bueno, yo en los cursillos que doy tuve muchos alumnos de [Nombre Carrera], creo que ahí me enteré que existía la IA, pero más allá de eso, no había escuchado. Sí escuché sobre imágenes creadas artificialmente, imágenes creadas artificialmente que parecen fotos o que parecen creadas por humanos, y que preocupa a los artistas, o que la gente se preocupa, que está preguntándose adónde vamos a ir, adónde vamos a parar, como que la IA está llegando a lugares donde no llegaba antes, y la gente está nerviosa.

10-N: Sí, tal cual, y uno de esos lugares es la educación.

11-D3: Yo en particular, mi acercamiento, no a la IA, sino a la tecnología, es con algunos softwares de Matemática, y en la escuela trabajamos en proyecto en conjunto con el profesor de Informática y trabajamos robótica, ese es mi acercamiento, no lo asimilo con IA. Y empecé a enterarme de esta inminencia a fin del año pasado, y siempre tuve la intención de hacer alguna capacitación, no tuve tiempo este año, pero quiero hacer alguna capacitación. Este año lo escuché muy fuerte en el receso de este verano que pasó y lo que hice fue crearme una cuenta para ver cómo era, tratar de explotar qué era lo que tenía en mis manos. Y empecé a ver que tiene algunas limitaciones, para quedarme tranquila yo, para pensar qué ejercicios puedo proponer y que lo hagan con IA y cuáles no, y noté que la parte gráfica es algo que no está bien; que, si se pide algún ejercicio de desarrollo gráfico o con algún concepto de esquema, no sé si se puede hacer. Entonces me quedé tranquila en si alguno piensa en tipos de actividades más mecánicas eso sí, pero cuando uno piensa a lo mejor en que pongan una explicación de la resolución que está escrita u otro tipo de actividades, se puede quedar tranquilo. Y por eso me hice la cuenta y ahí quedó abierto.

12-D1: Yo quería agregar a esto que están comentando los chicos, en una de las escuelas que trabajo tiene modalidad Informática, y en el receso invernal hubo un curso entre docentes con un profesor de Buenos Aires y también trabajamos con ChatGPT, y ese fue mi primer acercamiento. No había trabajado antes, por cuestiones de tiempo, y en este taller, nos invitaban a explorar el ChatGPT y yo había visto muchos comentarios en redes sociales que había muchas limitaciones en lo que es Matemática. Así que fui con los talones de punta al chat y pregunté por cómo escribir la función inyectiva y ya al principio me saltó con

errores, tanto de simbología, que es algo que le cuesta bastante, y tampoco me lo podía definir, entonces hay que ir por otro camino y eso nos decían en el taller. No usarlo para aplicar, sino buscar otra manera que pueda beneficiar al docente; yo empecé, entré al chat con la idea de pensar “bueno, ¿funciona esto?, ¿qué pasa con esto?”, con la simbología se equivocaba. Después empecé a hacerle preguntas al chat, le pregunté si tales funciones eran inyectivas, en las sencillas me lo decía, pero para algunas no me supo decir y, por ejemplo, la x^2 decía que es inyectiva. Entonces me di cuenta que, en cuanto a simbología había muchas limitaciones y en cuanto a contenido también. Entonces me dice “¿por qué no explorás el lado pedagógico, en lo didáctico a ver qué te puede proporcionar?”. Y ahí encontré un mundo, por ejemplo, yo estaba dando polinomios y le pedí si me podía crear una actividad en donde los chicos tengan que usar polinomios y me creó un mundo, una tierra de no sé qué lugar y que los polinomios se utilizaban para no sé qué. Creó todo un cuento a partir de polinomios, que me pareció sensacional y novedoso, y bueno, lo deje ahí en stand by. Pero quería aclarar esto, que yo encontré limitaciones, con simbología hay un vacío bárbaro y yo no me metí con representación gráfica, pero imagino que ahí también. En ese momento me pareció muy llamativo, yo estaba bastante negada la verdad. Pero me pareció que como docente me daba una herramienta más y como estudiante puedo implementarlo para alguna actividad que sirva para esto, pero más del lado de, a ver el ChatGPT plantea esto, cómo piensan ustedes, qué razonan ustedes, más que nada trabajar sobre el error para llegar a un conocimiento. Eso se me ocurre ahora.

13-N: Sí, a mí también me ha pasado encontrar muchas limitaciones en el chat.

14-D1: Yo creo que eso viene por el hecho de que tiene un cúmulo de datos que se llenó en su momento que, si eso no se va actualizando, queda hasta ahí. A mí lo que me sorprende es que con una simple pregunta engancha rápidamente y te tira un montón de información. Quizás algunas son redundantes, quizás algunas no, pero te tira; o sea, con una pregunta ya es factor para que él te tire mucha información. Y quería agregar que, en ese momento cuando estábamos haciendo el curso, el profesor nos dijo que había limitaciones en Matemática y que había que explorarlo más por la parte pedagógica. Y lo que iba a decir es que me quedé tranquila también porque con esto que dicen que te resuelven todo con el ChatGPT, bueno no. No creo que, por lo menos en Matemática, sea así. Me quedé más tranquila y le vi otro color al ChatGPT.

15-D2: Sí, lo que iba a comentar es que yo también había visto eso, cada tanto entraba al ChatGPT para hacer un par de preguntas, pero más respecto a cuestiones históricas o cuestiones de datos, pero todo muy coloquial, todo muy hablado. O sea, cosas que podían surgir más en las clases de Lengua o en clases de Historia; de hecho, también le podés pedir que genere historias o que genere cuentos, esas son cosas muy interesantes. Pero lo que tiene que ver con el lenguaje simbólico y el uso de la lógica, esas son cuestiones que le cuesta más. De hecho, había visto un experimento en donde al ChatGPT le pedís que, teniendo en cuenta la gravedad, ponga cajas ordenadas, entonces vos tenías cajas en coordenadas (1,2), (1,3), (1,4) y (1,5), y le pedías que mueva la caja (1,5) una unidad hacia la derecha; teniendo en cuenta la gravedad, esa

caja tendría que caer, ¿no? Bueno, el ChatGPT no lo hacía, como que no entendía el concepto de gravedad unido al concepto de coordenadas. Entonces lo que para nosotros es algo relacionado con el sentido común, para el ChatGPT, que no lo tiene incorporado a menos que se lo digas ahí directo, no lo va a entender, no lo tiene, no tiene esa cuestión de sentido común que muchas veces son necesarios para ejercicios físicos y matemáticos. Entonces justamente tiene esa clase de limitaciones, lo cual hace que me preocupe un poco menos en el área de Matemática. He visto casos en donde realiza mal operaciones o actividades aritméticas.

16-N: Me ha pasado, las veces que he probado de decirle que cometió un error y decía que lo corregía, pero volvía a repetir lo mismo.

17-D2: Claro, porque tiene información cargada.

18-D3: Igual esas búsquedas se van mejorando, ¿no?

19-N: En realidad el ChatGPT trabaja con datos que ya fueron cargados y analizados, entonces todo lo que conoce lo sabe hasta ahí y por más que nosotros le carguemos información, por lo menos en la versión gratuita, no las corrige.

20-D2: Claro, ¿puede ser que ahora esté ChatGPT 4?

21-N: Sí, pero ese es pago, por ahora. Bueno, veo que todos han utilizado de alguna u otra manera el ChatGPT. Como docentes, ¿qué sensaciones tuvieron cuando apareció esto así de un día para el otro? ¿Qué pensaron? Antes de probarlo, apenas salió.

22-D2: Y, principalmente, hay una cuestión de miedo, como diciendo cómo puede perjudicar esto al aprendizaje de los chicos, teniendo a mano una herramienta que puede hacer que estudien menos en pos de utilizar un algoritmo o una herramienta para evitar hacer laburo. Me pasa lo mismo cuando veo que los chicos dependen mucho de incluso algo tan simple como la calculadora y no te pueden hacer 7 por 8, sino que automáticamente tienen que ir a la calculadora a hacerlo. Faltan ciertas habilidades para utilizar ciertas estrategias de trabajo que no las pueden incorporar porque dependen mucho de la tecnología. La tecnología es importantísima para el aula y, al mismo tiempo, una gran dependencia de ella es perjudicial.

23-D1: Yo pienso que, sí, el primer momento siempre que aparecen estos softwares, así de IA o estos avances de la tecnología, yo como que me pongo contenta; digo “vamos hacia un futuro más tecnológico”, a mí me pone contenta que existan estas cosas, me parece que avanza la tecnología, que avanza la ciencia, que avanzamos todos. Y digo “bueno, me encantaría poder explorarlo”, después me doy cuenta que no llego con el tiempo a las cosas y que no le puedo dedicar lo que me gustaría. Después me creó un poco esto, como te dije, me da miedo; miedo porque todos nos están diciendo que pueden utilizarlo para las clases y como que va a suplantar sus propias producciones. Después cuando empecé a leer un poco más al respecto, en redes en más que otras cosas, me quedé más tranquila y dije “me gustaría, a partir de ahora, poder yo explorarlo con la idea de poder utilizarlo en mis clases”; como que fui pasando por distintos momentos. Pero quiero aclarar eso, que me pone bien que existan estas tecnologías que vienen a

facilitarnos o a mostrarnos otro camino, no creo que vaya a suplantar al hombre en su totalidad, no creo que vaya por ese camino, pero sí espero que nos vaya sirviendo.

24-D3: Coincido con esto que dicen los chicos, creo que siempre vamos a estar interpelados por algo que aparezca nuevo, hay que amigarse con eso. Por eso creo que es bueno ir conociendo y también ir explorando, y capacitarse para que aporte en estas prácticas.

25-N: A partir de eso, ¿consideran que necesitan una capacitación?

26-D2: Respecto a ese tema, yo creo que siempre viene bien, además que a nosotros nos digan en las secundarias o incluso en las universidades donde trabajamos “vamos a hacer capacitaciones, vamos a informarnos sobre este tema”, no solo para prevenir lo que pueda pasar de parte de los chicos. Porque tampoco hay que pensar que siempre va a ser una herramienta utilizada para mal, sino ver también cómo lo podemos incorporar en nuestras clases o cómo podemos trabajar este tema dentro de la clase. Incluso, hablando del ChatGPT, yo creo que capacitarnos sobre este tema nos viene bien. En esta reunión plenaria donde nos hablaron del ChatGPT, la verdad aprendí un montón de cosas, aprendí un montón de lo que podía generar, puede generar poemas, cuentos, imágenes. Incluso con respecto a la IA, me pasaron un contacto de WhatsApp llamado LuzIA que es justamente una IA que tenés en contacto de WhatsApp, a la cual le podés mandar preguntas y te las responde.

27-D1: Yo tuve un acercamiento con herramientas de este estilo, así de IA, por ejemplo, en su momento WhatsApp tenía un contacto que te transcribía los audios y después también una aplicación que transcribía lo hablado mediante un video. Entonces vos subías un video y te transcribía toda la conversación. Más que importante esta aplicación para un montón de facetas, más que nada para nosotros que estamos estudiando y a veces hacemos entrevistas y demás, ni hablar. Otro software también que uso un montón es llovePDF que va pasando de distintos formatos, me parece espectacular. Esas herramientas para nosotros, tener el acercamiento y que además sean de fácil uso, eso me parece interesante. El ChatGPT que, a pesar de todo, puede ser un universo, tiene un uso fácil, sencillo que cualquier persona se pueda acercar y eso produce que más personas tengan ganas de acercarse. Por ejemplo, a mí toda la vida me costó mucho el software LaTeX, que se usa mucho en la facultad, porque me olvidaba de los códigos, no encontraba en el teclado los distintos comandos para utilizar. Entonces cuando son así de fácil acceso, son increíbles y hay que usarlos y utilizarlos en nuestras prácticas.

28-N: ¿Lo han implementado en clases, en alguna actividad?

29-D2: Personalmente no, todavía no.

30-D3: Yo tampoco.

31-D1: No, por cuestión de tiempo.

32-N: ¿Y colegas?

33-D1: Sí, conozco gente que lo implementa, ahí mis compañeras en [Nombre Escuela], en el ámbito de Lengua y Literatura como que también, se vieron asustadas y se pusieron y armaron actividades al respecto.

No sé cómo, pero lo han utilizado. Yo por cuestiones de tiempo no he podido sentarme a explorarlo como para pensar en alguna actividad.

34-N: Aun así, ¿todos tienen ganas de implementarlo?

35-D1: Sí, por supuesto, todo lo tecnológico que existe, si lo podemos llevar al aula sería lo mejor; además los chicos lo pueden ver de otra forma, creo que nos acercamos más a sus dinámicas, porque ellos están todo el tiempo con el celular en la mano.

(Los demás asienten).

36-N: ¿Cómo se imaginan que pueden llegar a implementarlo?

37-D1: Yo creo que a partir de los errores que tiene, quizás incitarlos a eso, a que empiecen a preguntar sobre algún contenido, quizás comenzando con algún tema, “bueno, a ver, busquemos esto”. Lo que me ha surgido muchas veces en clase es uno de los chicos que tiene ChatGPT y me dice “D1 mirá lo que dice el chat respecto a esto” y ahí comparamos y le digo “fijate que esto es distinto, viste, tiene errores acá”, y ellos mismos comienzan a ver. Entonces plantearlo como una introducción, a ver qué nos dice el ChatGPT, qué les parece a ustedes, partiendo de qué información nos provee y cómo lo podemos trabajar al respecto al contenido, tanto para introducir como para ver que eso no tiene lógica y tenemos que mirar a ver qué tenemos que corregir; pero bueno, no he pensado algo al respecto.

38-D3: Yo pienso, a lo mejor, con esto de que ayuda mucho a la creatividad, y los colegas que lo han utilizado lo han hecho para pensar ideas, pienso que a lo mejor una posibilidad es que creen una consigna con relación a un tema pero que, con esto de los errores que pueden llegar a existir, que la terminen de pulir ellos. Que la creatividad venga desde el chat pero que, desde lo matemático, esté el criterio de los estudiantes. Y a lo mejor, después eso se puede ir intercambiando en grupos y que cada grupo resuelva la consigna anterior y así evaluar si lo que quisieron decir está expresado en la consigna, sería como un cambio de roles; está la creatividad del chat y lo matemático del estudiante, pero no lo implementé.

39-D1: Sí, yo creo que tomando las limitaciones y procurando crear conocimiento a partir de esas limitaciones.

40-N: Bueno, algo habían comentado con respecto a lo que las autoridades escolares han comentado, más allá de las preocupaciones, ¿se trabajó con respecto a esto?

41-D3: Yo en particular, en el nivel medio, solo quedó en charlas entre colegas en la sala de profesores, nunca desde la dirección. En el nivel terciario, igual. Y en el universitario he recibido muchas capacitaciones a las que no pude asistir, pero había mucha más oferta de empezar a interpelarnos en ese sentido.

42-D1: Bueno, desde mi lado, yo en la secundaria sí, armaron este taller, en el receso invernal, al menos hubo un acercamiento y una actualización del tema. En la otra escuela nada más que comentarios con docentes en la sala de profesores. Y en la universidad sí, siempre hay charlas con respecto a la IA, talleres que se abren siempre.

43-D2: Yo, más allá de la reunión plenaria que mencioné, nada, o sea, nos dijeron “pueden llegar a implementarlo, ténganlo en cuenta porque podría haber chicos utilizándolo”, pero más que eso, nada.

44-N: Bueno, terminando un poco, preguntarles, como docentes, vamos a pensar en dentro de cinco años, ¿cómo se ven dando clases con respecto a estas nuevas herramientas que nos presenta la IA? Más allá del ChatGPT, incluyendo también las distintas herramientas que fueron mencionando.

45-D1: Yo creo que vamos a tener que hacer el esfuerzo de actualizarnos al respecto y de traerlo al aula porque siento que la tecnología nos atraviesa continuamente y siento que el desarrollo de la misma es enorme y nos estamos quedando atrás. Ya de por sí el formato escuela, el contenido está quedando, no sé si obsoleto es la palabra, pero está quedando anticuado, está quedando atrás, encima con el avance de las tecnologías, queda aún más atrás. Así que yo creo que evidentemente vamos a tener que estudiar al respecto, ponernos las pilas en ese ámbito, llevarlo a nuestras clases porque en sí, ya el desarrollo tecnológico avanza de manera desmedida y en las salidas laborales avanza hacia este camino y va atravesando en todos los ámbitos, tanto sociales, económicos, educativos. Entonces yo creo que en cinco años tenemos que estar mejores posicionados con respecto a estas herramientas, habrá que sentarnos a estudiar y abrirnos a aprender sobre esto nuevo y que esa apertura tiene que venir desde las mismas autoridades, pero no sé si escolares, sino desde más arriba, tiene que haber cambios y avanzar en estas nuevas tecnologías.

46-D3: Sí, yo creo también que nos vamos a tener que ir amoldando, pero más particularmente me parece que entra más en jaque o está mucho más interpelada la persona que no viene aceptando otros cambios que también se están dando. Entonces llega un punto que, por eso cuando yo me metí a ver las actividades, como que me quedé un poco más tranquila por el tipo de actividades que yo hago, pero si yo sería una persona que a lo mejor solamente hago resoluciones, estaría un poco más preocupada. Entonces hay que ir capacitándonos para usar en el aula, pero también nosotros ir cambiando nuestras prácticas en el sentido de no ir al contenido sino más a lo que quiero desarrollar con ese contenido y todas estas herramientas se prestan a eso. Pero bueno, no es un cambio fácil porque estamos dentro de un sistema que, si bien nos posibilita, desde los lineamientos y un montón de cosas, a veces en la práctica, yo no veo la posibilidad de hacerlas. O sea, desde los papeles sí, pero desde la práctica no.

47-D1: El tiempo que tenemos frente al curso es mínimo, el tiempo que nos lleva desarrollar ciertos contenidos base es poco y lo necesitamos, necesitamos que los alumnos sepan manejar el conjunto de los números racionales antes de usar el ChatGPT.

48-D2: Y además materiales, porque necesitás que todos los chicos tengan una computadora. Bueno y yo lo pensaba también, justamente dijiste cinco años para adelante, el ChatGPT está teniendo muchos problemas en Matemática y Lógica, pero de acá a cinco años creo que muchas cosas se van a solucionar y va a ser una herramienta mucho más potente y mucho más capaz de encarar un problema de modo que, nosotros armamos el enunciado de un problema, y el ChatGPT escanea todo eso y te manda una resolución que

incluso la resolución puede estar escrita como un alumno de secundaria, si nos ponemos exquisitos. Imagino que puede haber programas que hagan eso y toda la producción que se pida a un alumno en su casa la traiga hecha de ahí.

49-D1: Quería agregar que ahí vamos a tener que ahondar más en nuestras prácticas y ver cuál es el objetivo de nuestras prácticas, si es solo aplicar o si es pedir un razonamiento desde otras actividades o ejercicios en donde se pongan en juego las habilidades que nosotros queremos ver.

50-D2: Claro, exactamente. El ChatGPT es una herramienta que se puede utilizar a futuro, particularmente porque trabajar con él viendo sus limitaciones también es muy interesante. Yo particularmente, creo que Matemática no es la mejor materia para trabajar con ChatGPT, creo que Ciudadanía o ese estilo de materias sería lo ideal para trabajar. Pero acá podemos trabajar algunas cuestiones de pensamiento lógico, pensamiento crítico con respecto al uso de esta app.

51-N: Bueno, muchas gracias, seguimos en contacto.

Referencias bibliográficas

- Balmaceda, T., Batista, A. y Gonzalez, A. [JurSoc UNLP] (18 de mayo de 2023). *Inteligencia Artificial en la Universidad: oportunidades y desafíos de ChatGPT*. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/RIFA5ncsaVc>
- Bilinkis, S. [Santiago Bilinkis] (23 de mayo de 2023). *El impacto de la IA y ChatGPT en la educación*. [Video]. Youtube. <https://youtu.be/9fCUtDnIDWE&t=9s>
- Brossi, L., Dodds, T. y Passeron, E. (2019). *Inteligencia Artificial y bienestar de las juventudes en América Latina*. LOM.
- Coronel, M. y Curotto, M. (2008). La Resolución de Problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista electrónica de Enseñanzas de las Ciencias*, 7(2), 463-479. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART11_Vol7_N2.pdf
- Diego Olite, F., Morales Suárez, I. y Vidal Ledo, M. (2023). Chat GPT: origen, evolución, retos e impactos en la educación. *Educación Médica Superior*. 37(2). <https://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/3876/1508>
- García-Peña, V., Mora-Marcillo, A. y Ávila-Ramírez, J. (2020). La inteligencia artificial en la educación. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 648-666. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8231632>
- Gil Leiva, I. y Rodríguez Muñoz, J. (1996). El procesamiento del lenguaje natural aplicado al análisis del contenido de los documentos. *Revista General de Información y Documentación*, 6(2), 205-218. <https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/issue/view/RGID969622>
- Lee, K. [Aprendemos Juntos 2030] (7 de octubre de 2020). *V. Completa. Las claves educativas en la era de la inteligencia artificial. Kai-Fu Lee, experto IA*. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/18QBF0LifbY>
- Ministerio de Educación de la Nación. *Ley de Educación Nacional*. 14 de diciembre de 2006 (Argentina). <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26206-123542/texto>
- Martins, L. (2023). Una introducción a los chatbots y sus aplicaciones en educación. En M. Fernández-Ferrer (Ed.), *Chatbots en educación. Tendencias actuales y desafíos futuros* (pp. 15-37). LMI. <https://www.lmi-cat.net/es/chatbots-en-educaci%C3%B3n-tendencias-actuales-y-desaf%C3%ADos-futuros>

- Miao, F., Holmes, W., Ronghuai, H. y Hui, Z. (2021). *Inteligencia artificial y educación: guía para las personas a cargo de generar políticas*. UNESCO.
- Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe. (2014). *Diseño Curricular Educación Secundaria Orientada*. Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe <https://www.santafe.gov.ar/index.php/educacion/content/download/218364/1135170/file/Anexo%20III%20Resol%202630-14.pdf>
- National Geographic. (23 de enero de 2023). *Qué es ChatGPT y para qué sirve*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/ciencia/2023/01/que-es-ChatGPT-y-para-que-sirve>
- Oliveros Cuello, D., Martínez Valera, L. y Barrios Bolaño, A. (2021). Método de Polya: Una alternativa en la Resolución de Problemas matemáticos. *Ciencia e Ingeniería*, 8(2). <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.5716273>
- Saavedra, B. (2016). Inteligencia Estratégica en un mundo globalizado en Latinoamérica: Retos y desafíos en el siglo XXI. *Revista Policía y Seguridad Pública*, 5(2), 75-105. <https://doi.org/10.5377/rpsp.v5i2.2326>
- Skovsmose, O. y Nielsen, L. (1996). Critical Mathematics Education. En A. J. Bishop et. al. (Ed.), *International Handbook of Mathematics Education Part two* (pp.1257-1288). Kluwer.
- Suzuki, S. (30 de enero de 2023). *Qué es ChatGPT, el revolucionario sistema de inteligencia artificial que preocupa a algunos expertos*. BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-64461255>
- Pascual Ogueta, T. (2023). ChatGPT: ¿Herramienta para tod@s?. *Bit*, 227, 60-61. <https://www.coit.es/archivo-bit/bit-no-227>
- RedUNCI y UNAHUR. (2023). El futuro de la educación universitaria con ChatGPT en M. Violini (Ed.), *Libro de Actas* (p. 106-114). XVIII Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/155526>
- UNESCO. (1998). *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el siglo XXI: Visión y Acción*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000113878_spa
- Villarini Jusino, A. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico. *Perspectivas Psicológicas*, 3-4, 35-42. <https://www.calameo.com/books/0007938613b69dde8061e>