



Maestría en Enseñanza en Escenarios Digitales  
Asociación de Universidades Sur Andina

# **USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LAS CLASES DE MATEMÁTICAS**

Trabajo Final Integrador

Maestrando/a: Lic. María Cecilia Nievas, 34.664.656, [cecy.nievas@gmail.com](mailto:cecy.nievas@gmail.com)

Director/a: Mg. Ing. María Elizabeth Flores

U.N.P.S.J.B. | mayo 2025



## 1. AGRADECIMIENTOS

A Santi, Agus, Moni, Gime y Mary, y a todas las personas que, de diversas maneras, hicieron posible este trabajo, muchas gracias por su apoyo y acompañamiento.

Dedico este logro a mis padres, con amor eterno, sé que estarían orgullosos.

## 2. RESUMEN

El propósito fundamental de esta investigación es proponer una mejora en los procesos de aprendizaje en el área de Matemáticas del nivel Secundario del Colegio Deán Funes de Comodoro Rivadavia, a través de la incorporación de herramientas digitales en las propuestas didácticas de 1ro a 7mo año. Esta propuesta se centra en los temas y contenidos que los docentes consideran factibles de abordar con recursos digitales, con el fin de generar actividades más significativas y desafiantes para los estudiantes.

Entre los objetivos específicos se encuentran: describir los problemas de aprendizaje presentes en los distintos cursos, analizar el uso actual de herramientas digitales por parte de los docentes, identificar contenidos propicios para la implementación de estas herramientas, evaluar su viabilidad en función del contexto institucional y proponer estrategias concretas que articulen tecnologías digitales con los objetivos pedagógicos del área.

La investigación se apoya en los modelos teóricos TPACK (Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y Disciplinar) y SAMR (Sustitución, Aumento, Modificación, Redefinición), que permiten analizar el nivel de integración tecnológica en las prácticas docentes. En este marco, se llevó a cabo una experiencia de implementación en 67 alumnos 4to año, centrada en el Pensamiento Variacional, utilizando GeoGebra y Excel como herramientas principales. Esta secuencia didáctica permitió explorar las posibilidades de las tecnologías digitales para representar, manipular y analizar funciones, y brindó información valiosa sobre las condiciones necesarias para una integración significativa de las herramientas seleccionadas en el área de Matemáticas en todos los cursos de la institución.

Los resultados obtenidos orientan la elaboración de criterios pedagógicos y tecnológicos que favorezcan una enseñanza más dinámica, contextualizada e inclusiva, en línea con las demandas actuales de la educación secundaria.

## PALABRAS CLAVES

Pensamiento Variacional, Herramientas Digitales, Secundaria.

### 3. ÍNDICE

4.	JUSTIFICACIÓN .....	6
5.	DIAGNÓSTICO.....	9
6.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
7.	OBJETIVOS .....	16
a.	Objetivo general.....	16
b.	Objetivos específicos.....	16
8.	MARCO TEÓRICO .....	17
8.1	Antecedentes .....	43
8.1.1	Nacionales .....	43
8.1.2	Internacionales .....	44
8.2	Definiciones .....	48
9.	PROPUESTA.....	53
9.1	Descripción del área de estudio.....	53
9.2	Grupo de estudio.....	53
9.3	Generalidad.....	53
9.4	Enfoque y tipo de investigación.....	54
9.5	Procedimientos.....	54
9.5.1	Fase 1 – Entrevista 1 .....	54
9.5.2	Fase 2 – Entrevista 2 .....	55
9.5.3	Fase 3 – Material diseñado y seleccionado .....	56
9.5.4	Fase 4 – Implementación de la secuencia.....	57
9.6	Resultados.....	61
9.6.1	Entrevista 1.....	61
9.6.2	Entrevista 2.....	62
9.6.3	Pretest y postest.....	62
9.6.4	Encuesta final.....	63
10.	CONCLUSIONES .....	67
11.	BIBLIOGRAFÍA .....	71
12.	ANEXOS .....	76
12.1	ANEXO 1.....	76
12.2	ANEXO 2.....	84
12.2.1	PRETEST / POSTEST 9no (Equivalente a 3er año Secundaria).....	84
12.2.2	PRETEST / POSTEST 10mo (Equivalente a 4to año Secundaria).....	87

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Niveles del modelo SAMR.....	21
Figura 2. Diagrama de conocimientos según el modelo TPACK .....	25
Figura 3. SAMR y TPACK.....	28
Figura 4. Ejemplo de una de las actividades seleccionadas. ....	57
Figura 5. Distribución porcentual de las respuestas sobre familiarización previa. ....	63
Figura 6. Distribución porcentual de las respuestas sobre familiarización actual.....	63
Figura 7. Aspectos más complejos al utilizar Excel.....	64
Figura 8. Aspectos más complejos al utilizar GeoGebra. ....	65

## 4. JUSTIFICACIÓN

Comodoro Rivadavia se encuentra en la región patagónica de Argentina, situada a orillas del Golfo San Jorge, en el Océano Atlántico. Su ubicación estratégica la convierte en un importante centro económico y logístico, especialmente por su rol en la explotación petrolera, actividad clave desde principios del siglo XX. El clima es árido y ventoso, con temperaturas moderadas gracias a la influencia marítima.

La ciudad combina extensas áreas urbanas con paisajes naturales únicos, como los cerros circundantes y las playas que bordean su costa. Culturalmente, refleja la influencia de diversas corrientes migratorias, en especial de origen europeo, lo que se manifiesta en festividades, gastronomía y tradiciones. Sin embargo, enfrenta desafíos como la dependencia económica del petróleo, un crecimiento urbano desigual y problemas ambientales asociados a su desarrollo industrial. En este contexto urbano, social y cultural, se inserta la Casa Salesiana Deán Funes, una institución educativa con una trayectoria significativa en la ciudad.

La Casa Salesiana Deán Funes es un espacio de formación integral que acompaña a niños, niñas y jóvenes en sus trayectorias educativas, en los niveles primario y secundario, buscando su pleno desarrollo como personas críticas, reflexivas, comprometidas con el entorno y su transformación. Desde su propuesta educativa técnica con orientación Electromecánica, procura ofrecer una formación sólida que abarca tanto lo académico como lo humano y espiritual, siguiendo el carisma salesiano, que enfatiza la cercanía, el amor educativo y la prevención.

En sus aulas conviven estudiantes con trayectorias diversas, procedentes de distintas realidades sociales y culturales. Esta heterogeneidad representa un desafío para la labor docente, que debe atender a diferentes necesidades, ritmos de aprendizaje e intereses, promoviendo una educación inclusiva y de calidad para todos.

Desde su fundación, la Casa Salesiana Deán Funes se destacó como una institución educativa salesiana dedicada exclusivamente a la formación de varones, consolidándose como un referente en la comunidad por su excelencia académica y valores. El año 2020, sin embargo, marcó un punto de inflexión al abrir sus puertas a las niñas, abrazando una nueva etapa de inclusión y diversidad. Esta transición, que se implementa gradualmente en el nivel primario, no solo amplía las oportunidades educativas, sino que también enriquece la experiencia escolar al fomentar el respeto mutuo, la colaboración y la equidad desde una edad temprana. A medida que avanzan los años, la institución continúa construyendo una nueva historia, enriquecida por la diversidad y cimentada en su legado educativo.

Las instalaciones de la institución han evolucionado con el tiempo y actualmente cuentan con 22 aulas ventiladas e iluminadas, espacios como biblioteca, laboratorio, patio, gimnasio con canchas,

cantina, aula magna, baños mixtos en todos los pisos y un gran taller donde se desarrollan materias específicas en contra turno. Aunque se dispone de algunos recursos tecnológicos —como proyectores, conexión a Internet y televisores—, persisten desafíos importantes: la inconstancia del servicio de Internet, la falta de dispositivos como computadoras o notebooks, y la escasez de enchufes en las aulas.

La institución atiende a una población estudiantil diversa, con una matrícula de 1071 estudiantes distribuidos en los niveles primario y secundario. El equipo está conformado por 105 docentes con distintos grados de formación y especialización. Todos ellos trabajan de manera comprometida con la formación de los estudiantes. Con una mirada orientada a la mejora continua, la Casa Salesiana Deán Funes se proyecta como un espacio de aprendizaje inclusivo y transformador, que busca responder a las necesidades de su comunidad y formar ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos del presente y del futuro.

En este contexto institucional, donde se prioriza una educación inclusiva y de calidad, se vuelve indispensable reflexionar sobre el modo en que se incorporan las herramientas digitales en las prácticas pedagógicas. Este análisis adquiere especial relevancia al considerar asignaturas como Matemáticas, en las que la tecnología puede facilitar procesos de visualización, comprensión y resolución de problemas, potenciando el aprendizaje de los estudiantes.

En años previos a la pandemia, el uso de herramientas digitales fue esporádico y dependía mayormente del interés o la predisposición de algunos docentes, más que de una política institucional clara. Aunque en lo discursivo se promovía la enseñanza apoyada en múltiples recursos, en la práctica esta visión se veía limitada por factores como la falta de conectividad, dispositivos electrónicos, espacios adecuados, enchufes, pantallas, proyectores o licencias de software. A pesar de estas limitaciones, en 2019 se inició la implementación de un campus virtual basado en Moodle, el cual se proyectaba como un recurso a probar en algunas materias durante el año 2020.

Ante la llegada de la pandemia, el uso de herramientas digitales se expandió de forma repentina. El colegio reforzó sus recursos técnicos y humanos para finalizar la implementación del campus ya mencionado, por lo que el proceso de puesta en marcha con los alumnos fue relativamente sencillo en comparación con otras instituciones de la ciudad que no contaban previamente con un campus virtual. Luego de guiar a los alumnos, padres y docentes para su uso, se comenzaron a dictar las clases virtuales aproximadamente a mediados de abril. En un principio sólo se subían archivos en formato PDF o Word, luego se incluyeron encuentros sincrónicos a través de herramientas como Jitsi o Zoom y poco a poco también se agregaron cuestionarios, foros de consulta, presentaciones interactivas y actividades de resolución colaborativa gracias al uso de

distintas herramientas digitales, en general las ya provistas por la plataforma Moodle de manera preestablecida.

En la actualidad, no se utilizan de forma continua las herramientas digitales ni el material desarrollado durante la modalidad virtual de dictado de clases. Probablemente, la escasez de tiempo por parte de los docentes y el cansancio asociado al uso de herramientas digitales, la falta de acuerdos escolares de convivencia que regulen el intercambio pedagógico en el modo virtual —impulsado por su implementación repentina en 2020— han llevado a un retorno al dictado tradicional de las clases. Las actividades suelen resolverse completamente en las carpetas, predominan las exposiciones tradicionales y las tareas individuales, de esta manera, el aula vuelve a ser el único espacio y momento de aprendizaje.

El equipo directivo del nivel secundario de la institución (conformado por una directora general, una directora pedagógica, una vicedirectora, una regente, un coordinador de Bachiller y el jefe de taller) hizo hincapié en el trabajo áulico presencial, sin embargo, hizo una consulta a los aproximadamente 100 docentes sobre el uso actual de la plataforma y las circunstancias en que preferían incluirla. Finalmente, en una reunión general, se acordó mantener el uso de la plataforma como auxiliar del trabajo presencial en la mayoría de las materias —ya sea como repositorio o medio de comunicación entre docentes, alumnos y padres—. De todas maneras, algunos espacios consideraron que el trabajo virtual ofrecía mayores beneficios didácticos para el aprendizaje, como es el caso de la materia Representación Gráfica.

Desde el punto de vista didáctico, en el caso del aprendizaje, el uso de herramientas digitales (en adelante HD) permite que el desarrollo de las actividades áulicas sea más ameno y atractivo, que se presente un desafío que el alumno pueda superar con el contenido disciplinar específico apoyado en las HD, abordando también escenarios que no podrían ser fácilmente comprendidos utilizando los medios tradicionales. Las HD favorecen el trabajo colaborativo y la comunicación fluida, amplían el espacio delimitado del aula, permiten el acceso a recursos multimediales y actividades interactivas, proveen nuevas fuentes de información y posibilitan el desarrollo de actividades que de otro modo serían sólo teóricas.

En el caso de la enseñanza, al realizar un sondeo preliminar con profesores de distintas áreas, se detectó una amplia predisposición docente y una sólida articulación en Matemáticas. A diferencia de otras materias, esta área cuenta con una estructura de trabajo consolidada desde hace años, con docentes que planifican en conjunto la organización de los contenidos, analizan las dificultades recurrentes de los alumnos y desarrollan estrategias de resolución que se aplican de manera transversal a lo largo de toda la trayectoria escolar.

Además, el área de Matemáticas es uno de los pocos espacios curriculares presentes en todos los años del nivel secundario, lo que garantiza una continuidad en la enseñanza y permite construir

aprendizajes de forma progresiva. Su carga horaria también es superior a la de muchas otras asignaturas, lo que brinda mayores oportunidades para reforzar conceptos y abordar dificultades con mayor profundidad. En el ciclo básico, la asignatura tiene una carga horaria significativa, acorde con la cantidad de contenidos que se dictan en esos primeros tres años. En el ciclo superior, aunque se profundizan y amplían los conocimientos previos de manera más abarcativa y abstracta, la cantidad de contenidos nuevos es menor, lo que se traduce en una reducción progresiva de las horas asignadas. Según el diseño curricular vigente en la provincia de Chubut, en 1° año, la materia se dicta 5 horas cátedras semanales, distribuidas en tres encuentros; en 2° año, 5 horas cátedra en dos encuentros; en 3° año, 5 horas cátedra en dos encuentros; en 4° año, 4 horas cátedra en dos encuentros; en 5° año, 4 horas cátedra en dos encuentros; en 6° año, 4 horas cátedra en dos encuentros; y en 7° año, 2 horas cátedra en un único encuentro semanal.

Esta combinación de factores —presencia en todos los años, carga horaria significativa y una planificación ya consolidada— posiciona a las Matemáticas como un área estratégica para la implementación de nuevas propuestas pedagógicas, incluyendo la integración de HD. Estas condiciones brindan un marco propicio para rediseñar actividades con mayor flexibilidad y adaptarlas a las necesidades de los alumnos de manera más efectiva.

## 5. DIAGNÓSTICO

Se utilizó una entrevista semi estructurada individual (Flick, 2015), realizada de forma presencial y oral a los docentes de la institución. Aunque las preguntas estaban predefinidas, el intercambio se desarrolló como una conversación para profundizar en el uso de HD en las clases de Matemáticas. La elección de este tipo de entrevista se basó en que permite acceder a información valiosa sobre las motivaciones que subyacen a las decisiones didácticas y pedagógicas, y así comprender la experiencia docente desde su propia perspectiva.

A través de la Entrevista 1, se consultó a los 4 docentes del área de Matemáticas, quienes enseñan desde 1° a 7° año de la Escuela Secundaria Obligatoria acerca del uso de HD en sus clases. La guía de entrevista incluyó 13 preguntas abiertas, enfocadas en tres ejes principales: la planificación y diseño de clases, la factibilidad percibida para incorporar HD, y la realidad concreta que se enfrenta en el aula.

A partir de estas entrevistas, fue posible relevar diversas percepciones docentes y problemáticas en relación con al uso de HD en el aula, cuyas características se detallan a continuación. En general, los docentes mostraron interés en utilizar estas HD para enriquecer sus clases y favorecer el aprendizaje significativo de los estudiantes. Sin embargo, su implementación se ve obstaculizada por factores que varían según el año y el docente a cargo.

Entre ellos, una problemática común señalada fue el tiempo requerido tanto para el diseño como para la implementación de actividades con HD, lo cual se vuelve especialmente complejo en contextos donde las clases tienen una duración máxima de 80 minutos y los grupos son numerosos, entre 24 y 32 alumnos por cada curso. Una docente expresó no sentirse suficientemente capacitada para implementar este tipo de actividades, y sostuvo que sus alumnos deben trabajar la motricidad fina en el trazado de gráficos de funciones, por lo que no considera ventajoso el uso de herramientas como GeoGebra. Dos docentes concuerdan en que son los alumnos los que no cuentan con los conocimientos necesarios para el uso de las computadoras o algunas herramientas básicas al momento del desarrollo de las actividades áulicas, aun cuando en general es habitual verlos mucho tiempo con el celular y los mismos manifiestan su interés en el uso de incluir el dispositivo en sus clases o tareas.

En general los entrevistados concuerdan que en el Colegio no se cuenta con el equipamiento mínimo requerido, sólo hay un enchufe por aula, probablemente la conexión a Internet no sea suficiente para que 30 alumnos estén conectados al mismo tiempo, no hay laboratorio con computadoras donde se pudieran trasladar los alumnos para realizar actividades puntuales con HD, no hay suficientes proyectores y sólo hay un televisor por cada piso en el edificio. En el caso de dar uso al Aula Magna donde hay un proyector y una computadora ya instalados y siempre funcionando correctamente, se requiere que se reserve con anticipación y lleva tiempo realizar el traslado con el grupo de alumnos desde el aula habitual. Un único docente menciona que se cuenta con un laboratorio portátil que consiste de computadoras, calculadoras y otros elementos para actividades del área.

Por otro lado, al considerar la posibilidad de trabajar con los dispositivos de los propios alumnos, surgen diversas opiniones. Todos los docentes coinciden en que los estudiantes tienden a dispersarse con actividades lúdicas o de comunicación, como el uso de las redes sociales, y no reconocen el valor educativo de los dispositivos en el contexto del aula. Además, la mayoría no cuenta con suficiente espacio de almacenamiento para instalar aplicaciones. Como resultado, si se instala una aplicación para una clase, los alumnos suelen desinstalarla posteriormente, lo que obliga a reinstalarla en cada encuentro, con la consiguiente pérdida de tiempo y consumo de datos. Finalmente, en general los alumnos manifiestan a los docentes que no tienen datos para navegar en Internet. Los docentes a cargo de los grupos de alumnos del ciclo básico indican que es mucha responsabilidad que se les solicite que lleven una computadora, en caso que ocurriera algún inconveniente con el dispositivo durante la clase, en el transcurso de la mañana o también cuando los alumnos almuerzan en la escuela para luego asistir al taller (al tratarse de un colegio técnico, los estudiantes tienen doble jornada, y muchos de ellos permanecen en el colegio en los horarios intermedios entre aula y taller). En el caso de los alumnos de ciclo orientado, los docentes indican que, si el trabajo es en grupo y se requiere una sola computadora por grupo, esto podría ser viable,

dado que algunos alumnos suelen asistir con sus computadoras portátiles de manera habitual. De todas maneras, los docentes concuerdan en que, una vez que los alumnos se habitúan al uso escolar de los dispositivos, su motivación mejora al contar con una modalidad de aprendizaje alternativa al lápiz y papel.

Una vez superadas, o al menos consideradas, las limitaciones técnicas, los docentes también reflexionaron sobre el sentido pedagógico de incorporar HD, especialmente en cuanto al momento más adecuado de hacerlo. Por ejemplo, una profesora indica que el momento podría ser al inicio de un tema, para presentarlo prolijamente y con detalle; otra manifiesta que el momento más oportuno sería luego de enseñar el tema, para que las HD faciliten la profundización y cierre. Todos los entrevistados coinciden en que la decisión debe ser bien pensada por el tiempo de preparación e implementación que conlleva el uso de la HD, porque el fin último de su uso es que sea provechoso para los alumnos.

Todos los entrevistados indicaron que consideran que algún contenido del diseño que llevan adelante con sus grupos podría dictarse o profundizarse utilizando HD, en general haciendo referencia a geometría, funciones o estadísticas.

Considerando los aportes docentes obtenidos con las entrevistas, se abre la posibilidad de profundizar en uno de los ejes centrales de la enseñanza de Matemáticas según el diseño curricular, que podría beneficiarse particularmente del uso de HD: el Pensamiento Variacional. Dado que este enfoque permite organizar y relacionar conocimientos a lo largo de los años de estudio, su integración con el uso de tecnologías podría aportar nuevas estrategias didácticas que faciliten la construcción de modelos matemáticos y la interpretación de fenómenos complejos.

Estas consideraciones sobre el uso de HD permiten comprender no solo las condiciones materiales y pedagógicas que influyen en las decisiones docentes, sino también las oportunidades que podrían abrirse con su integración. En este sentido, resulta pertinente profundizar en cómo ciertos enfoques didácticos, como el Pensamiento Variacional, pueden articularse con el uso de tecnologías para enriquecer la enseñanza de Matemáticas y favorecer aprendizajes más significativos.

El Pensamiento Variacional juega un papel fundamental en la enseñanza de Matemáticas en el ciclo superior, ya que permite a los estudiantes comprender cómo los cambios en una variable afectan los resultados de una función o sistema. Este enfoque no solo resulta clave para la organización de los contenidos dentro del aula, sino que además responde a la necesidad de una enseñanza que priorice la comprensión de procesos de pensamiento, en lugar de la simple transmisión de algoritmos que rápidamente se vuelven estériles en un mundo en constante transformación. La selección de este eje como base de la investigación se fundamenta en su capacidad para estructurar distintos conocimientos matemáticos, relacionando variables entre

conjuntos numéricos, modelizando fenómenos de diversas disciplinas y promoviendo la toma de decisiones informadas.

A lo largo de los diferentes años, los contenidos abordados en Matemáticas reflejan una progresión en el análisis de variaciones y relaciones entre variables, lo que consolida la construcción de modelos matemáticos aplicables a distintas situaciones. En el ciclo básico, los estudiantes comienzan a desarrollar herramientas para el análisis de variaciones a través del estudio de sucesiones numéricas, la representación de relaciones funcionales y el uso del lenguaje gráfico y algebraico. Estos conocimientos se amplían en el ciclo superior, donde el estudio de las funciones lineales en 4° año introduce conceptos clave como la pendiente, la ordenada al origen y la ecuación de la recta, sentando las bases para el análisis de sistemas de ecuaciones y su representación gráfica. Posteriormente, en 5° año, se incorporan funciones cuadráticas, racionales, exponenciales y logarítmicas, profundizando en aspectos como dominio, imagen, ceros y asíntotas, lo que permite interpretar fenómenos de crecimiento y decrecimiento en distintos contextos. Estos temas, que en instancias previas pueden haber parecido abstractos, encuentran sentido y aplicación a través del análisis funcional.

El diseño curricular enfatiza que las relaciones funcionales tienen un amplio campo de aplicación en diferentes ciencias. En Física, permiten resolver problemas relacionados con la cinemática, la dinámica, la electricidad y la termodinámica; en Biología, se aplican en la modelización del crecimiento poblacional y la propagación de enfermedades; en Economía, sustentan el análisis de oferta, demanda y optimización de costos. Además, en el ámbito de la ingeniería y la salud, las funciones trigonométricas resultan esenciales para estudiar fenómenos periódicos, desde el flujo de corriente alterna hasta los latidos del corazón. Esta transversalidad demuestra que el Pensamiento Variacional no solo es fundamental en el aula, sino también en la vida cotidiana y profesional de los estudiantes, al dotarlos de herramientas analíticas para interpretar y modelizar procesos del mundo real.

En los últimos años del nivel secundario, este enfoque adquiere aún mayor relevancia con el estudio del cálculo diferencial e integral en 6° año, donde los conceptos de límite, derivada e integral permiten analizar cambios instantáneos y acumulativos, esenciales en la modelización matemática. La programación lineal en 7° año refuerza esta perspectiva, al buscar soluciones óptimas dentro de restricciones variables, aplicando métodos como el de las esquinas o el simplex. Asimismo, el estudio de cónicas y otros lugares geométricos involucra la relación entre ecuaciones y su representación gráfica, permitiendo comprender cómo las variaciones en los coeficientes modifican la forma y posición de figuras geométricas en el plano cartesiano.

Por otro lado, la incorporación de HD en el estudio del Pensamiento Variacional no solo optimiza la construcción de modelos matemáticos, sino que también facilita la sistematización y el análisis

gráfico, permitiendo a los estudiantes explorar situaciones en las que los valores involucrados no se limitan a números enteros o pequeñas cantidades manejables en papel. Esta metodología innovadora colabora con el cumplimiento de los objetivos curriculares al favorecer la interpretación de gráficos, el análisis de relaciones simbólicas y la validación de modelos matemáticos en distintos contextos. Además, responde a la necesidad de preparar a los estudiantes para un diálogo inteligente con la tecnología, brindándoles recursos para abordar problemas complejos con mayor autonomía y profundidad.

En conclusión, la centralidad del Pensamiento Variacional en la investigación se justifica no solo por su presencia transversal en la enseñanza de las Matemáticas, sino también por su potencial para articular conocimientos previos, promover el desarrollo del pensamiento analítico y proporcionar herramientas esenciales para la vida académica y profesional de los estudiantes. Su estudio no solo mejora la comprensión de conceptos abstractos dentro del aula, sino que también permite modelizar y resolver problemas en diversos ámbitos, facilitando la construcción de un conocimiento significativo y aplicable más allá del espacio escolar.

Finalmente, en la consulta a los docentes sobre la reutilización de recursos disponibles en la web como estrategia para optimizar los tiempos, aspecto que ellos mismos señalaron como crítico al inicio, coinciden en que, si bien puede ser útil, se presentan situaciones en las que su utilización se vuelve inconveniente. Esto se debe a que en el área de Matemáticas suelen emplearse distintas metodologías o simbologías, lo cual puede generar confusión en los alumnos y afectar negativamente su proceso de aprendizaje.

En general, los docentes valoran el potencial de las HD en la enseñanza de Matemáticas, pero enfrentan múltiples obstáculos para su implementación en el aula. Las principales dificultades identificadas incluyen:

- **Condiciones institucionales:** Aulas con pocos enchufes, conexión a Internet limitada, falta de proyectores y laboratorios de informática insuficientes.
- **Factores pedagógicos:** Falta de tiempo para diseñar e implementar actividades digitales dentro de clases de 80 minutos con grupos de 24 a 32 alumnos.
- **Capacitación docente:** Algunos profesores sienten que no cuentan con la formación adecuada para incorporar HD de manera efectiva.
- **Dificultades de los estudiantes:** Falta de conocimientos básicos en el uso de computadoras, distracción con dispositivos móviles y almacenamiento insuficiente para instalar aplicaciones.

- **Uso de recursos digitales externos:** Existen dificultades para reutilizar materiales disponibles en la web, debido a diferencias metodológicas y de simbología que pueden generar confusión en los alumnos.

A pesar de estas barreras, se reconoce que una adecuada integración de HD podría mejorar la enseñanza de contenidos como geometría, funciones y estadística. Los docentes coinciden en que, cuando los alumnos se familiarizan con estos recursos, aumenta su motivación y compromiso con el aprendizaje.

En conclusión, la implementación de HD en Matemáticas sigue siendo limitada por diversos factores estructurales, pedagógicos y tecnológicos. Sin embargo, dado que la institución cuenta con recursos disponibles y los alumnos manifiestan interés en su uso, el desafío radica en adaptar las estrategias según las posibilidades de cada docente y su grupo de estudiantes para optimizar su aplicación en el aula.

## 6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A partir de las entrevistas realizadas a los docentes, se identificaron diversas dificultades institucionales que afectan la integración de herramientas digitales (HD) en el aula. Entre los principales obstáculos se encuentran la falta de computadoras, proyectores, pantallas, enchufes, laboratorios de informática y dispositivos para los alumnos que los requieran. Aunque estas limitaciones son conocidas por las autoridades, no han sido resueltas por falta de presupuesto. Al tratarse de una escuela privada, la institución no fue incluida en el plan Conectar Igualdad, lo que reduce aún más el acceso a recursos tecnológicos.

Pese a ello, tanto docentes como directivos reconocen la importancia de incorporar tecnología para actualizar la enseñanza, aunque el contexto económico nacional y el presupuesto institucional dificultan soluciones a corto plazo. No se prevén mejoras en la provisión de equipamiento para este año, por lo que se espera que estas limitaciones persistan durante el desarrollo del presente trabajo.

El relevamiento también reveló aspectos positivos. Existe un interés generalizado entre los docentes por incorporar tecnologías en algunos contenidos, lo que representa una base sólida. Además, la mayoría de los estudiantes del ciclo orientado (4° a 7° año) poseen dispositivos móviles que llevan a clase, lo que permite aprovecharlos con fines educativos. La institución cuenta con conexión a Internet, generalmente buena, aunque a veces inestable por factores climáticos o del servicio. También dispone de personal capacitado para mantener las redes, lo que facilita el uso de HD.

En Matemáticas, la integración de HD puede transformar la enseñanza tradicional, promoviendo una modalidad más interactiva y significativa. Herramientas como GeoGebra y Excel permiten representar visualmente conceptos abstractos, favorecen la experimentación y han demostrado mejorar la comprensión y motivación de los estudiantes. Su uso, sin embargo, requiere conocimientos básicos por parte de los docentes, por lo que se considera necesaria la capacitación específica.

Además del potencial de estas HD, el área cuenta con una carga horaria adecuada (excepto en el último año) y una planificación flexible que responde a las necesidades de los estudiantes. Persisten, no obstante, dificultades como la falta de tiempo docente para diseñar propuestas con HD y la necesidad de mayor formación en su uso. Si bien los estudiantes manejan bien los dispositivos móviles y las redes sociales, tienen dificultades con herramientas educativas específicas, lo que exige un acompañamiento didáctico en ese aprendizaje.

Como estrategia de intervención, se propone diseñar una propuesta modelo con secuencias didácticas que incorporen HD conocidas por los docentes o que requieran mínima capacitación.

Esta propuesta aprovechará los dispositivos móviles disponibles, optimizando los recursos actuales.

El diseño de las secuencias considerará temas adecuados, tamaño de los grupos, carga horaria, y disponibilidad docente, para asegurar su viabilidad. El objetivo principal será mejorar la enseñanza de contenidos complejos que, sin HD, serían más difíciles de explicar o requerirían mayor tiempo en papel, quedando limitados a un enfoque abstracto. Las secuencias serán flexibles y reutilizables en distintos años o contenidos.

En conclusión, si bien la falta de equipamiento representa un desafío, el interés docente, la predisposición estudiantil, la conectividad y la organización curricular ofrecen un contexto favorable para integrar tecnologías digitales en el aula. Con planificación estratégica y uso eficiente de los recursos, es posible promover prácticas pedagógicas más dinámicas y un aprendizaje significativo.

## 7. OBJETIVOS

### a. Objetivo general

Proponer una mejora en los procesos de aprendizaje mediante la implementación de herramientas digitales en las propuestas didácticas de 1ro a 7mo año en el área de Matemáticas del nivel Secundario del colegio Deán Funes de Comodoro Rivadavia, en los temas y contenidos que los docentes consideran factibles.

### b. Objetivos específicos

- i. Describir los problemas de aprendizaje específicos de 1ro a 7mo año del área de Matemáticas.
- ii. Analizar el estado actual de uso de herramientas digitales de cada docente con su grupo de alumnos en el Colegio Deán Funes.
- iii. Identificar los temas y problemas que los docentes consideran propicios para utilizar herramientas digitales.
- iv. Analizar la viabilidad de la implementación de actividades con herramientas digitales.
- v. Proponer herramientas digitales y criterios de trabajo que posibiliten el diseño de actividades desafiantes y significativas para los alumnos, considerando el equipamiento y conocimiento disponibles.

## 8. MARCO TEÓRICO

Desde sus orígenes y en la larga historia del sistema educativo formal, el profesor fue la fuente de conocimiento en el ámbito escolar, que, junto a la bibliografía propuesta, cumplía el rol de “profesor parlante” en las cotidianas clases magistrales, donde el mero acto de presencialidad no asegura la transferencia de sus saberes hacia el alumno.

La implantación de la imprenta a mediados del siglo XV permitió la difusión de ideas y conocimiento (Area, 2001), el intercambio cultural y un acceso económico a la información. Con el correr del tiempo, y si bien se sigue utilizando junto a pizarrones, mapas o afiches; todos estos formatos han dejado de ser vistosos, y fueron haciéndose obsoletos dada la vorágine de los avances tecnológicos, el acceso amigable para el usuario y la relativa facilidad en la adquisición de dispositivos tecnológicos, ya sumado a que en la actualidad se encuentran disponibles muchas HD.

Podemos asumir que en la actualidad se presentan dos tipos de realidades; la de la vida cotidiana y la del trabajo, las que se aprecian modificadas de manera vertiginosa por el uso de las tecnologías digitales de información y comunicación (Litwin, 2004). Sin embargo, en la realidad de la escuela, todavía prevalece la hegemonía del libro en formato papel o su versión lineal digitalizada y los profesores perpetúan sus roles históricos, activo y protagonista; pasivos y secundarios para estudiantes (Area, 2017).

Aunque la brecha entre la escuela y la vida cotidiana siempre existió, esta vez el cambio era inminente, la pandemia del virus Covid 19 del año 2020 sacudió la estructura escolar tradicional que se encontraba en crisis y dio paso al uso de HD que se implementaron de forma abrupta, donde se dio por sentado, muchas veces con consecuencias negativas, que los alumnos y los profesores contaban con los conocimientos necesarios para enfrentar la situación. No cabe dudas que tanto los docentes como los alumnos y demás actores de las instituciones escolares han ido tomando conciencia de las posibilidades que ofrece el uso de HD y cómo éstas transforman cualquier experiencia que las utilice (Marés, 2021).

Con el regreso a la presencialidad al año siguiente, muchas experiencias de aprendizaje retomaron una estructura tradicional, apenas maquillada por algunas HD. Si bien se incorporaron ciertos formatos como los campus virtuales para compartir archivos en PDF o los grupos de WhatsApp para la comunicación; en general, el modelo pedagógico no se transformó. Predomina aún un aula en silencio, con el docente como única fuente de información, apoyado en presentaciones estilo PowerPoint o Prezi, y el uso de fotocopias como material principal. Así, la tecnología se incorpora de forma superficial, replicando viejas prácticas en lugar de habilitar nuevas formas de enseñar y aprender.

La sociedad ha implementado las tecnologías poco a poco, por lo que el sujeto se ha modificado también, nuestros niños y jóvenes se encuentran rodeados de tecnología, la utilizan, la disfrutan y sacan provecho de ella. Los medios de comunicación en masa y las tecnologías digitales han tomado protagonismo, haciendo que la escuela pierda su hegemonía socializadora sobre los niños y los jóvenes (Area, 2001).

Es fundamental que la escuela comience a replantearse su rol, ya que muchos especialistas advierten que, de no actualizar sus objetivos, contenidos y metodologías, corre el riesgo de volverse cada vez más irrelevante frente a las necesidades y expectativas de los alumnos en la sociedad actual (Area, 2001). Esta pérdida de centralidad de la escuela obliga a repensar su función en el nuevo entramado social.

En este contexto, una implementación reflexiva del uso de tecnologías, acompañada por enfoques pedagógicos actualizados como las pedagogías emergentes (Marés, 2021), puede ofrecer respuestas concretas a los desafíos de educar en la contemporaneidad. Se trata de preparar a los alumnos para desenvolverse en la sociedad de la información, enseñándoles a utilizar de manera crítica, ética y significativa las HD que los rodean, a partir de experiencias de aprendizaje transformadoras (Adell y Castañeda, 2012).

Muchos docentes manifiestan interés en el uso de HD en el aula. Algunos se animan a explorarlas sin contar aún con marcos teóricos claros que orienten una implementación pedagógica efectiva; otros se muestran más reticentes, a veces por temor a que los alumnos dominen mejor la tecnología. Sin embargo, esa curiosidad, incluso en los más escépticos, representa una oportunidad valiosa para fomentar procesos de formación docente que no se limiten a lo instrumental, sino que impulsen el uso de las HD como verdaderos recursos de enseñanza y aprendizaje. Para ello, se requiere principalmente de dos factores clave: conocimiento y tiempo (Marés, 2021).

En este sentido, el uso significativo de HD requiere que el docente no solo esté actualizado, sino también familiarizado con las posibilidades que ofrece la tecnología. Esto implica asumir el desafío de diseñar propuestas didácticas que aprovechen sus ventajas para abrir nuevos caminos de aprendizaje. Es fundamental que el docente cuente con la experiencia necesaria para seleccionar el software, la plataforma o el recurso más adecuado para cada contenido y para cada grupo etario, y así construir propuestas metodológicas innovadoras que potencien tanto el proceso de enseñanza como el desarrollo cognitivo de los estudiantes (Bermúdez Jaimes, 2019).

Por otro lado, el tiempo suele resultar escaso en distintas etapas: al momento de diseñar y reflexionar sobre las prácticas docentes para lograr realmente integrar las HD como también en el aula, donde usualmente se dedica más tiempo al desarrollo de algoritmos, que a la resolución

de problemas y la interacción con las HD (Macías Rojas, M., Caro, E. O., y Fernández Morales. F. H., 2022).

Es necesario abordar las teorías pedagógicas que generan aportes para plantear un cambio didáctico y metodológico en la implementación de la tecnología en el aprendizaje. Estas permiten comprender cómo se pueden transformar las prácticas y actividades educativas a partir de las tecnologías, con un mayor énfasis en el aprendizaje autónomo y significativo, yendo más allá de sólo adquirir conocimientos o habilidades tecnológicas concretas.

El concepto de las pedagogías emergentes, hace referencia al conjunto de enfoques e ideas pedagógicas todavía no bien sistematizadas, que surgen como consecuencia del uso de las HD en educación y que intentan aprovechar todo el potencial comunicativo, informal, colaborativo, interactivo, creativo e innovador en el marco de una nueva cultura del aprendizaje (Adell y Castañeda, 2012). Dado que la propia tecnología evoluciona, las prácticas a ella asociadas se encuentran en continuo refinamiento y desarrollo.

Algunos rasgos presentes en las pedagogías emergentes según Adell y Castañeda (2012) son llevar a cabo ideas más modernas basándose en teorías pedagógicas ya clásicas, comprometer a los alumnos en su propio aprendizaje, convertir las actividades escolares en experiencias significativas y auténticas estimulando así el compromiso emocional de los alumnos y asumir riesgos intelectuales por parte de los docentes, abordando actividades creativas, divergentes y abiertas.

La aparición del cognitismo en la década del 50 es acompañada por una visión del alumno como un sujeto activo en su proceso de aprendizaje, el cual incorpora progresivamente sus nuevos conocimientos a sus experiencias previas y a esquemas mentales propios, desarrollando y aplicando estrategias metacognitivas que facilitan el aprendizaje.

Alrededor de 30 años más tarde, el surgimiento y desarrollo del constructivismo plantea el aprendizaje como un proceso subjetivo en el cual el alumno modifica el conocimiento según sus percepciones, pensamientos y emociones. Desde esta teoría del aprendizaje, se busca promover el proceso de crecimiento en el alumno según el entorno al que pertenece.

Sobre la base de esta concepción del alumno como protagonista de su propio aprendizaje, surge el socio constructivismo, cuyos postulados promueven un entorno escolar mediado por las tecnologías, facilitando también la interacción social y el trabajo en grupo.

Ya a finales de los 90, se desarrolla el conectivismo, donde el profesor ya no cumple el rol de única fuente de conocimiento, sino que toma el rol de referencia que guiará a sus alumnos para que desarrollen su propia autonomía y emancipación. Aquí el aprendizaje se basa en el colectivo,

tanto de la clase como el colectivo global de Internet gracias a los recursos que permiten que los alumnos generen conexiones y optimicen procesos.

Podría resultar sencillo creer ciegamente que las innovaciones planteadas cambiarán radicalmente la manera de enseñar y aprender, cuando lo cierto es que se requiere invertir tiempo y esfuerzo en explorar y comprender todas las posibilidades que brinda la implementación de la tecnología en el aula y también los criterios pedagógicos en los que se sustenta su uso.

Para que el uso de tecnologías en el aula no se reduzca a una expectativa infundada, es necesario contar con marcos teóricos y herramientas concretas que acompañen al docente en este proceso. A continuación, se describirán modelos teóricos que facilitan la implementación de las HD en el aula, acompañando al docente y guiándolo para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje, logrando a través de las mismas que la educación, el espacio, la localización y el tiempo se adecuen a los alumnos. Cabe destacar que siempre es importante que el docente defina previamente los objetivos de aprendizaje del espacio curricular y la metodología de trabajo; a partir de ambos, se seleccionarán las tecnologías digitales a utilizar. Sin embargo, se tiene que tener en cuenta que no existe un modelo tecno-pedagógico capaz de abordar completamente la complejidad educativa. Estos modelos ofrecen un abanico de posibilidades que presentan un marco conceptual y estipulan los criterios de trabajo propicios para acompañar al docente en la incertidumbre que presenta la implementación de la tecnología en favor de una mejora en el aprendizaje.

Con el propósito de responder a los desafíos educativos a nivel global, en las últimas décadas han surgido diversos enfoques que buscan integrar la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Cisneros Báez, 2023). A continuación, se enuncian los modelos más elaborados, difundidos y referenciados en la bibliografía:

El modelo SAMR (Sustitución, Aumento, Modificación, Redefinición), desarrollado por Puentedura (2006), está orientado principalmente en describir las características de las actividades que incorporarán las HD según si mejoran o transforman las tareas educativas. Evalúa la forma en que se incorporan las tecnologías digitales y qué configuraciones genera en las prácticas docentes. El modelo presenta cuatro niveles que aumentan la complejidad, desde la sustitución donde sólo cambia la función de la herramienta hasta la redefinición, donde las tecnologías digitales habilitan nuevas formas de trabajo y construcción del conocimiento (García-Utrera L., Figueroa-Rodríguez S. y Esquivel Gámez I., 2014). Brevemente, se puede describir cada uno de los cuatro niveles de la siguiente manera y también pueden observarse en la Figura 1:

Sustitución: nivel más básico del uso de HD, se realiza una sustitución directa de tareas que podrían realizarse de igual manera sin la HD.

**Aumento:** en este nivel, al utilizar la HD se añade alguna mejora funcional. Sin embargo, esto prácticamente no impacta en el resultado de aprendizaje de los estudiantes.

**Modificación:** en este nivel, el uso de la HD permite diseñar tareas que no podrían lograrse de manera tradicional.

**Redefinición:** el uso de HD permite el diseño de nuevas tareas que no guardan parecido con las tareas que habitualmente podrían proponerse sin el uso de HD.

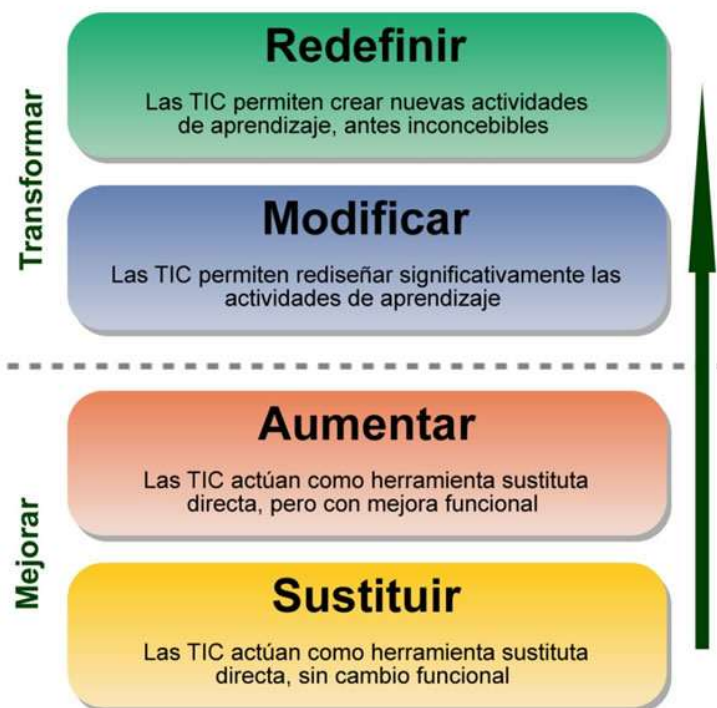


Figura 1. Niveles del modelo SAMR

Fuente: <https://forwardteacher.com/2025/03/el-modelo-samr-en-la-era-de-la-inteligencia-artificial/>

Según Puentedura, los niveles de sustitución y aumento proponen una mejora en las metodologías de enseñanza con el uso de HD, mientras que los otros dos niveles suponen una implementación que transforma de manera profunda los procesos de enseñanza y aprendizaje (Bustos et al., 2024), dado que buscan fomentar el aprendizaje activo, la colaboración y el desarrollo de competencias digitales y cognitivas avanzadas.

En el ámbito educativo, la evolución de los modelos pedagógicos ha sido objeto de múltiples estudios que analizan su impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, en la revisión sistemática realizada sobre el uso del modelo SAMR, no se encontraron artículos disponibles en Internet que exploren su implementación en la enseñanza del Pensamiento

Variacional. Esto sugiere que, si bien el modelo se está utilizando, aún no se han reportado investigaciones académicas al respecto.

A continuación, se presentan las principales conclusiones extraídas de estudios que aplican el modelo SAMR en contenidos educativos en el nivel secundario.

En la investigación "Potencialidades y limitaciones de la IA en el ámbito educativo. Una propuesta didáctica aplicando el Modelo SAMR" desarrollada por Bustos, Gilene y Romero (2024), se describe una experiencia concreta en secundaria. Aunque no se centra en contenidos matemáticos, aporta al reconocimiento de experiencias previas en la implementación de este enfoque en dicho nivel educativo. La propuesta, titulada "IA en acción: tres departamentos muy conectados", tiene como objetivo principal integrar la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza secundaria de diferentes departamentos de Uruguay a través de un enfoque progresivo. Este enfoque permite a docentes y estudiantes transitar por los cuatro niveles del modelo SAMR, promoviendo el desarrollo de competencias digitales, pensamiento crítico y trabajo colaborativo.

La implementación del modelo SAMR en este contexto permitió que los estudiantes no solo utilizaran HD como sustitutas de materiales tradicionales, sino que también ampliaran sus funcionalidades, modificaran sus actividades de aprendizaje y, finalmente, las redefinieran, alcanzando así un nivel de integración tecnológica innovador. Durante el proyecto, los estudiantes interactuaron con diversas tecnologías como micro:bit, herramientas de aprendizaje automático y plataformas colaborativas. Esto permitió que cada nivel del modelo SAMR se aplicara progresivamente, desde la sustitución de herramientas tradicionales hasta la redefinición de tareas de aprendizaje. El trabajo interdisciplinario y la colaboración entre estudiantes de distintos departamentos geográficos reforzaron el aprendizaje significativo y la conexión entre teoría y práctica. Este estudio demuestra que la implementación estructurada del modelo SAMR en educación secundaria no solo mejora la apropiación tecnológica de los estudiantes, sino que también promueve experiencias de aprendizaje más activas, autónomas y contextualizadas.

Por otro lado, según Cisneros Báez (2023), en su investigación "Modelo pedagógico SAMR en la enseñanza de las Ciencias Naturales", realizada en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (Ecuador), se analiza la aplicación del modelo SAMR (Sustitución, Aumento, Modificación y Redefinición) como estrategia para integrar la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El estudio, de enfoque cuasi-experimental, se llevó a cabo con 60 estudiantes de séptimo grado de la escuela "Ángel de la Guarda", divididos en un grupo de control y otro experimental. A ambos se les aplicó un pretest de diagnóstico y, posteriormente, un postest para evaluar la mejora en el grupo intervenido con la propuesta diseñada. Como parte del estudio, se diseñó e implementó una guía didáctica basada en el modelo SAMR, evidenciando que la correcta integración de HD mejora significativamente el rendimiento académico de los alumnos. La investigación destaca

cómo este modelo facilita la transición del uso instrumental de la tecnología a su aplicación transformadora, permitiendo rediseñar actividades educativas y fomentar un aprendizaje más dinámico e interactivo.

Aunque el estudio se enfocó en Ciencias Naturales, sus hallazgos son aplicables a la enseñanza de las Matemáticas en secundaria, donde la tecnología puede potenciar la comprensión de conceptos abstractos y mejorar el desarrollo de competencias lógico-matemáticas. La implementación del modelo SAMR en esta área permitiría a los docentes diseñar actividades que vayan más allá de la simple digitalización de contenidos, incorporando herramientas interactivas que favorezcan el razonamiento y la resolución de problemas. La investigación de Cisneros Báez (2023) demuestra que el modelo SAMR es una estrategia efectiva para la integración tecnológica en el aula, resaltando la importancia de la formación docente en su aplicación para transformar la enseñanza y mejorar los aprendizajes en distintas disciplinas.

A partir de los antecedentes revisados, se puede concluir que la implementación del modelo SAMR tiene impactos positivos en el aprendizaje de los estudiantes de nivel secundario, tal como lo evidencian los estudios de Bustos et al. (2024) y Cisneros Báez (2023). En el primer caso, se destaca cómo el enfoque progresivo del modelo permitió una integración significativa de la inteligencia artificial en distintos contextos educativos, promoviendo competencias digitales, pensamiento crítico y colaboración. En el segundo estudio, la aplicación del modelo en Ciencias Naturales demostró mejoras en el rendimiento académico y una transición efectiva desde el uso instrumental de la tecnología hacia prácticas pedagógicas más transformadoras. Aunque las experiencias se desarrollaron en distintas áreas del conocimiento, ambas investigaciones coinciden en que el modelo SAMR favorece experiencias de aprendizaje más activas, autónomas y contextualizadas, lo que sugiere su potencial aplicabilidad en otras disciplinas, como las Matemáticas.

Asimismo, los estudios analizados permiten afirmar que el modelo SAMR contribuye a redefinir el rol de la tecnología en el aula, pasando de un uso básico a una integración innovadora que incrementa la motivación y el compromiso estudiantil. Para lograr estos beneficios, resulta fundamental una planificación pedagógica adecuada, que contemple la selección pertinente de HD, el diseño de estrategias didácticas alineadas con los objetivos de aprendizaje y una formación docente sólida en el uso del modelo. De este modo, el enfoque SAMR se presenta como una vía eficaz para optimizar la enseñanza y fortalecer el proceso de aprendizaje en distintos contextos educativos, promoviendo prácticas más significativas, colaborativas y adaptadas a las demandas del siglo XXI (Cisneros Báez, 2023; Bustos et al., 2024).

Por otro lado, el modelo TPACK, propuesto por Punya Mishra y Matthew Koehler, es un enfoque metodológico que permite planificar actividades que integran tecnología considerando decisiones

tecnológicas, pedagógicas y disciplinares, así como el contexto. Este modelo busca diseñar, organizar e implementar experiencias educativas innovadoras, logrando así una articulación efectiva entre los tres tipos de conocimiento: el tecnológico, el pedagógico y el disciplinar.

En este marco, las técnicas pedagógicas se valen de la tecnología de manera constructivista para favorecer el aprendizaje (Mishra y Koehler, 2006). El modelo TPACK combina los tres tipos de conocimientos para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje, apoyando a los docentes en la exploración y selección de HD pertinentes. Sin embargo, en la práctica se ha identificado que muchos docentes poseen una sólida formación pedagógica y disciplinar, pero enfrentan dificultades con el dominio de las HD. Esta brecha resalta la necesidad urgente de fomentar la apropiación tecnológica entre los docentes, ya que el uso eficaz de HD puede potenciar la innovación y facilitar la enseñanza de conceptos matemáticos abstractos, como los patrones y las funciones.

El modelo parte de la premisa de que los docentes deben integrar estos tres tipos de conocimientos primarios para lograr un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes. Además, plantea la existencia de intersecciones entre estos conocimientos, que configuran un total de siete dimensiones clave que los docentes deben desarrollar para una integración tecnológica efectiva. Sin embargo, aunque el modelo cuenta con una base teórica robusta, su implementación práctica presenta desafíos, especialmente en niveles educativos distintos de la formación docente, ya que la mayoría de los estudios se concentran en el ámbito universitario y en la capacitación de futuros profesores. Existen aún pocos estudios académicos que evalúen su aplicación en otros niveles educativos.

El modelo TPACK se compone de los siguientes conocimientos fundamentales que pueden observarse también en la figura 2:

- Conocimiento Tecnológico (TK): hace referencia al conocimiento general y específico sobre diversas tecnologías, su funcionamiento y su aplicación en distintos contextos educativos.
- Conocimiento Pedagógico (PK): engloba el conocimiento que posee el docente sobre métodos de enseñanza, estrategias pedagógicas y la relación entre estas estrategias y los propósitos educativos.
- Conocimiento del Contenido (CK): se refiere al dominio que tiene el docente sobre el contenido de un área curricular específica, incluyendo la información y los conceptos fundamentales que debe enseñar.

Además, el modelo TPACK contempla las intersecciones entre estos conocimientos primarios, generando nuevas combinaciones que enriquecen la práctica docente:

- Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK): implica la comprensión de cómo las tecnologías pueden utilizarse para representar y enseñar de manera innovadora conceptos de un contenido específico.
- Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK): se centra en la integración de tecnologías dentro del proceso pedagógico, mejorando las estrategias de enseñanza y aprendizaje. Este conocimiento no está ligado a un contenido específico, e incluye recursos para motivar a los estudiantes, fomentar la comunicación y colaboración entre ellos, y facilitar la presentación de información en clase.
- Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK): combina la comprensión del contenido con las mejores estrategias pedagógicas para enseñarlo, considerando las características de los estudiantes y su contexto.

Finalmente, la integración de todos estos conocimientos da lugar al concepto central del modelo: el Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK, por sus siglas en inglés), que puede visibilizarse en la Figura 2. Representa la intersección de todos los conocimientos mencionados, permitiendo una enseñanza y un aprendizaje más eficiente y significativo con el uso de HD. Desde la perspectiva docente, este conocimiento implica la capacidad de diseñar y desarrollar propuestas pedagógicas o secuencias didácticas enriquecidas con tecnología, alineadas con estrategias de comunicación y construcción de contenidos, para lograr un proceso educativo de mayor impacto (Cisneros Báez, 2023; Fonseca Palacios, 2023).

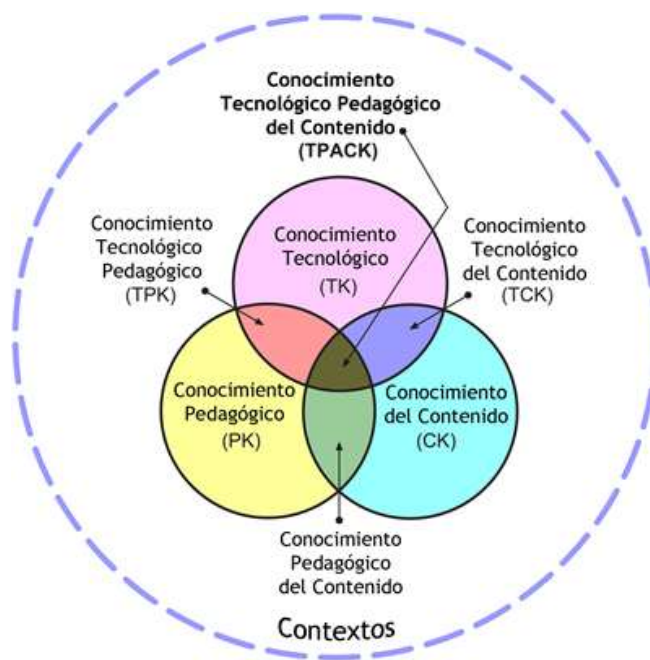


Figura 2. Diagrama de conocimientos según el modelo TPACK

Fuente: <https://canaltic.com/blog/?p=1677>

La incorporación de tecnología en la enseñanza de las Matemáticas ha sido ampliamente estudiada, destacándose el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) como una herramienta clave para integrar los conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares en el aula. Sin embargo, aunque existen investigaciones que exploran su aplicación en áreas como las ecuaciones lineales y otros conceptos algebraicos, la literatura académica sobre su implementación específica en el desarrollo del Pensamiento Variacional es aún limitada. Este vacío evidencia la necesidad de profundizar en cómo el modelo TPACK puede mejorar la comprensión de patrones, generalizaciones y estructuras algebraicas, áreas clave dentro del Pensamiento Variacional. Se detalla a continuación información sobre los antecedentes encontrados al respecto:

El estudio "Uso del modelo TPACK como herramienta de innovación para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Matemáticas", realizado por Salas-Rueda (2018) en la Universidad de la Sallé (México) analizó la implementación de TPACK en la unidad didáctica "Lógica de Predicados", mediante el uso del software Raptor, videos de YouTube y la red social Facebook. A través de un diseño experimental con 49 estudiantes de la Licenciatura en Gestión de Negocios y Tecnologías de Información, se compararon los resultados de un grupo experimental y un grupo control, evaluando su desempeño mediante el método ANOVA. Los hallazgos demostraron que el uso de HD dentro del modelo TPACK favorece la asimilación de contenidos, el desarrollo de habilidades prácticas y la resolución de problemas, con más del 85% de los participantes en categorías de alto desempeño.

Asimismo, la investigación evidenció que la incorporación de herramientas web 2.0 en el aula, como Facebook y YouTube, facilita la distribución de información, la comunicación y la motivación de los estudiantes en el aprendizaje matemático. Se concluyó que el modelo TPACK representa una alternativa efectiva para la enseñanza en el nivel superior, al combinar conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares de manera integrada. Además, se recomienda explorar la aplicación de otras plataformas digitales, como Twitter y Google Plus, en futuros estudios, con el fin de seguir ampliando el potencial de la tecnología educativa. Estos resultados subrayan la importancia de la formación docente continua en el uso de tecnologías educativas y el diseño de experiencias de aprendizaje innovadoras para optimizar el rendimiento académico de los estudiantes.

Según Fonseca Palacios (2023), en su investigación "El uso del conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido como una estrategia en el aprendizaje de la factorización de expresiones algebraicas", realizada en la Universidad Francisco de Paula Santander (Colombia), se analiza la aplicación del modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) en la enseñanza de la factorización en estudiantes de 9° grado. El estudio, de enfoque cuantitativo y diseño cuasi-experimental, contó con una muestra de 62 estudiantes divididos en un grupo

experimental, que trabajó con el modelo TPACK, y un grupo control, que utilizó un enfoque basado en el aprendizaje significativo y el modelo conceptual. A través de la implementación de HD como GeoGebra, se evidenció que el uso del modelo TPACK mejoró significativamente el rendimiento académico de los estudiantes en la resolución de problemas algebraicos, fomentando habilidades como la comunicación, el razonamiento y la resolución de problemas. Este enfoque puede ser particularmente valioso en el desarrollo del Pensamiento Variacional, al facilitar la comprensión de patrones algebraicos y generalizaciones.

Los resultados obtenidos a partir de pruebas pretest y posttest reflejan una diferencia significativa en el desempeño del grupo experimental en comparación con el grupo control, lo que demuestra la efectividad del modelo TPACK en la enseñanza de las Matemáticas en secundaria. La integración estructurada de la tecnología no solo permitió a los estudiantes mejorar su comprensión de la factorización, sino que también facilitó la apropiación de estrategias didácticas innovadoras, generando un aprendizaje más dinámico y contextualizado. La investigación concluye en que el modelo TPACK es una herramienta clave para la enseñanza de las Matemáticas: La misma promueve el uso adecuado de las TICs en el aula y fortalece el papel del docente como mediador del conocimiento, permitiendo la creación de experiencias educativas más significativas.

También en este contexto, la investigación de Rodríguez González (2023), titulada "Caracterización de los niveles de apropiación del modelo TPACK en la enseñanza de ecuaciones lineales con una incógnita mediante un libro interactivo de GeoGebra", analiza el grado de apropiación de los conocimientos del modelo TPACK en un docente de secundaria. Mediante un enfoque cualitativo y exploratorio, se aplicaron observaciones en el aula, videograbaciones y entrevistas semiestructuradas para identificar cómo el docente integra la tecnología en su práctica. Los resultados evidenciaron un dominio significativo en el Conocimiento Tecnológico (TK) y en las interrelaciones PCK, TPK y TPACK en un nivel de apropiación integrador, mientras que el Conocimiento del Contenido (CK), el Conocimiento Pedagógico (PK) y el Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK) se manifestaron en un nivel explorador.

Asimismo, la investigación resalta el papel de los libros interactivos de GeoGebra como una estrategia efectiva para mejorar la enseñanza y aprendizaje de ecuaciones lineales con una incógnita, abordando errores comunes en la transición de la aritmética al álgebra. La herramienta permitió modelar conceptos clave y reforzar la comprensión de propiedades matemáticas fundamentales, como el uso de los inversos aditivos y multiplicativos para la transposición de términos. A partir de estos hallazgos, se concluye que la formación docente continua y la reflexión sobre la práctica son esenciales para una integración efectiva de la tecnología en el aula. Además, se destaca la necesidad de generar espacios institucionales para la capacitación docente y la

discusión de estrategias didácticas que favorezcan el desarrollo de competencias matemáticas con el apoyo de HD interactivas.

Estas reflexiones abren la puerta a considerar marcos teóricos complementarios que guíen la integración pedagógica de la tecnología, como los ya mencionados modelos TPACK y SAMR.

La articulación entre los modelos TPACK y SAMR en la enseñanza permite a los educadores diseñar experiencias de aprendizaje más efectivas y transformadoras, al combinar la reflexión sobre el conocimiento docente con una guía práctica para el uso progresivo de tecnologías. Mientras el TPACK se centra en la intersección entre conocimientos pedagógicos, tecnológicos y disciplinares, el modelo SAMR brinda un marco para evaluar y escalar el uso de tecnologías, desde la simple sustitución hasta la redefinición de las tareas educativas.

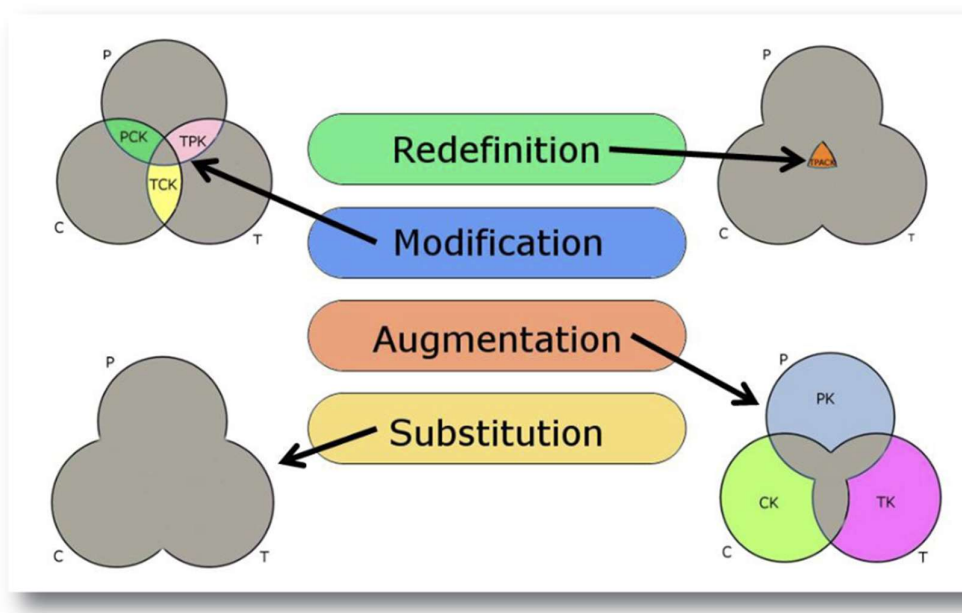


Figura 3. SAMR y TPACK

Fuente: Puentedura (2013)

Al combinar ambos marcos, que habilitan la reflexión y la integración de la tecnología, los docentes pueden planificar estrategias innovadoras que no solo aprovechen la tecnología de manera significativa, sino que también estén alineadas con los objetivos pedagógicos y el contenido curricular, promoviendo aprendizajes más profundos y relevantes para los estudiantes.

De este modo, ambos modelos permiten modificar el plan de clases incluyendo desarrollo de contenidos, actividades y tareas aplicando HD; identificar las oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas y las dificultades de aprendizaje; aumentar el uso de simuladores y HD en las actividades y proponer un uso de HD considerando los recursos disponibles de los estudiantes.

Siguiendo esta línea argumentativa, autores idóneos en este tema indican que la tecnología debe integrarse a la propuesta de enseñanza en función de las necesidades curriculares y pedagógicas de cada tema y a las posibilidades de la tecnología disponible; no a la inversa ni buscando que sea una decoración vistosa. Se busca así propiciar una experiencia de aprendizaje significativa, autónoma y colaborativa, enriquecida por la tecnología (Marés, 2021; Mishra y Koehler, 2006).

Atendiendo a estas recomendaciones, y considerando los temas curriculares que habitualmente plantean problemas en la Educación Secundaria – como la geometría, las funciones y la transición de la aritmética al álgebra -, se observa que el uso de HD puede ser particularmente beneficioso en estos contenidos.

En primer lugar, en el área de geometría, el uso de HD permite generar material visual y lo hace más atractivo para los alumnos dejando de ser estática (Fernández Olivares y Dans Álvarez de Sotomayor, 2022) dado que las herramientas de visualización permiten mantener fijos ciertos parámetros de las figuras y modificar otras facilitando niveles de conocimiento práctico (Macías Rojas et al., 2022), habilidades para la exploración, argumentación y justificación.

También, las HD permiten que el estudiante pueda graficar funciones y manipularlas dinámicamente para poder comprender cómo los aspectos algebraicos generan transformaciones en el objeto gráfico asociado (Grisales-Aguirre, 2018).

Finalmente, las HD permiten y facilitan la transición de la aritmética al álgebra, la notación decimal, el paso de los sistemas de números naturales a los enteros y de los enteros a los fraccionarios, y realizar también aproximaciones exploratorias e inductivas.

Los alumnos pueden interactuar de manera dinámica mediante el uso de la HD y comprender conceptos abstractos de tipo geométrico, numérico o algebraico.

La selección de tecnologías útiles en base a los objetivos de aprendizaje y a las actividades, permite garantizar un uso apropiado de las mismas y un aprendizaje propicio. El docente obtiene así una mochila de saberes personalizados según las necesidades y el contexto del grupo con el que trabajará; y no tecnocéntrica. En consecuencia, la tecnología facilita la tarea docente, y colabora con el proceso de aprendizaje frente a temas de difícil comprensión sin que se torne en un trabajo tecnocéntrico (Litwin, 2004).

Por un lado, las HD generan un entorno que permite al estudiante la posibilidad de experimentar matemáticamente y lo vuelve protagonista de su propio aprendizaje (Arroyo-Arroyo y Yáñez-Rodríguez, 2020), es el propio sujeto quien puede controlar la información del problema de manera interactiva manipulando los objetos matemáticos en este ambiente de exploración (Bermúdez Jaimes, 2019) trabajando el contenido como en un laboratorio matemático donde es posible realizar un ensayo y “error educado” (Alvites-Huamaní, 2017).

Dicha experiencia genera una comprensión más funcional del mismo concepto porque habilita la exploración y manipulación tangible (Grisales-Aguirre, 2018), visualizando el comportamiento y atendiendo el significado de las mismas (Villarreal Farah, 2010).

Por otro lado, las HD también realizan la parte monótona del proceso de resolución del problema referidos a los procesos mecánicos, como son el caso del cálculo numérico o la manipulación algebraica, si éstos no son el objeto de estudio, por lo que no generarían reflexiones importantes (Grisales Aguirre, 2018), aliviando cognitivamente al alumno de la misma. En consecuencia, el alumno puede centrarse en procesos cognitivos más complejos como planificación, estrategias, procedimientos, toma de decisiones, reflexión, razonamiento y resolución de problemas (Villarreal Farah, 2010).

Se busca también con la tecnología idear nuevos escenarios, imposibles de imaginar sin ella, que permitan a los estudiantes oportunidades de aprendizaje más auténticas. En estos nuevos tipos de escenarios, la enseñanza y el rol del profesor se alteran sustancialmente. Y es este cambio en su rol, lo que obliga al docente a desarrollar una metodología de trabajo más flexible y una atención personalizada con los alumnos; los cuales desarrollan un rol activo, muchas veces en entornos de trabajo colaborativos (Adell y Castañeda, 2012; Area, 2001). El uso de la tecnología ha cambiado la naturaleza del aula, o al menos cuenta con el potencial para poder hacerlo (Mishra y Koehler, 2006).

Para empezar, a través de las HD, es posible modelar situaciones del mundo real, y esto permitiría que los alumnos desarrollen habilidades para resolver problemas cotidianos, y a su vez fortalecería el pensamiento lógico y creativo.

En segundo lugar, la manipulación a través del uso de HD permite mitigar la abstracción inherente de los símbolos y conceptos invisibles, simplificando el aprendizaje a través de la visualización dinámica. Los simuladores permiten observar, manipular y entender el funcionamiento de situaciones reales y analizar también las variables involucradas y cómo afectan la situación en cuestión. En algunas ocasiones, también permiten reemplazar el material concreto (Villarreal Farah, 2010) logrando que la propia geometría deje de ser estática y tome un carácter dinámico. Además, los estudiantes recuerdan más aquello que manipulan.

Retomando los aportes previos sobre la visualización dinámica, cabe destacar que las HD permiten visualizar diferentes sistemas de representación y así se asegura una adecuada comprensión de los mismos (Alvites-Huamaní, 2017). A través de ellas, los estudiantes pueden manipular las configuraciones y ver los cambios o invariantes para luego desarrollar conjeturas y argumentarlas (Villarreal Farah, 2010) y a partir de esto, analizar la solución (Macías Rojas et al., 2022). Así también es posible fortalecer el proceso de comprensión, visualización, interacción y retroalimentación en la resolución de problemas. Si bien la visualización no es más que un medio

con el que cuenta el alumno para mejorar su entendimiento (Gatica y Ares, 2012), es también un proceso de ensayo y error que permite reflexionar sobre los errores, retroalimentar los procesos cognitivos y determinar en qué intervalos trabajar o realizar aproximaciones refinadas.

Como resultado, el uso de HD permite transitar con facilidad entre los diferentes sistemas simbólicos (lengua oral, lengua escrita, imágenes fijas y en movimiento, lenguaje matemático, sonido, sistemas gráficos, etc.) pudiendo también volver sobre cualquiera de ellas lo que igualmente permite mayor retención de información y la observación de las relaciones entre los distintos elementos. Las representaciones también permiten ayudar a los estudiantes a organizar su pensamiento, generando ideas más concretas, predisposición para la reflexión, y acceso a una versión simplificada de representaciones de temas complejos.

Si bien se han expuesto numerosos beneficios del uso de HD, su integración en el aula no está exenta de desafíos concretos. A pesar de las grandes ventajas ya mencionadas, existen también muchas resistencias en cuanto a la implementación de HD o tecnológicas en el aula, relacionadas con la falta de presupuesto y en consecuencia de equipamiento, capacitación por parte de los docentes en sus carreras de formación, la dificultad de elaborar materiales audiovisuales, falta de acceso a Internet de banda ancha gratuito y en todos los espacios escolares y falta de conocimiento con respecto a la lengua inglesa (Area, 2001).

Además de los obstáculos materiales mencionados, persisten también resistencias vinculadas a concepciones pedagógicas y culturales. Es por eso que los docentes necesitan acompañamiento y espacios de diálogo al respecto para poder implementarlas. Y es así como muchas veces, las prácticas desarrolladas en el aula siguen siendo clásicas (Adell y Castañeda, 2012), por lo que no se requiere realmente del uso de tecnología.

Dentro de estas resistencias, una de las más frecuentes se vincula con la creación de materiales educativos digitales. Existe mucha reticencia ya que se piensa que el material no volverá a utilizarse y se percibe el tiempo invertido para su producción como una pérdida (Litwin, 2004). Si bien también existe mucho material ya disponible en Internet, la selección del mismo requiere de una inversión de tiempo, y de contar con las capacidades necesarias para realizar una buena búsqueda y selección, siempre y cuando se encuentre algo que se adapte a las necesidades particulares. También se cree que la ausencia de un equivalente a las editoriales para realizar el control de calidad, disminuye la frecuencia de uso de material de la red.

A pesar de estas dificultades, ya es posible observar avances significativos y se espera que en aproximadamente 20 años pueda verse realmente el impacto del uso de la tecnología en el aula. En la actualidad ya se cuenta con importantes desarrollos tecnológicos que han permitido mejorar, apoyar y ampliar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Permiten una nueva manera de representar y formular las materias, haciéndolas más accesibles y comprensibles (Mishra y

Koehler, 2006). Las tecnologías y pedagogías emergentes están creando una nueva cultura del aprendizaje que cultiva la imaginación para un mundo en constante cambio (Adell y Castañeda, 2012).

En este sentido, el uso adecuado de la tecnología no solo aporta recursos, sino que también incide directamente en el desarrollo del pensamiento matemático: es necesario pensar crítica y reflexivamente. La aplicación acertada de la tecnología promueve el desarrollo de las habilidades de pensamiento de orden superior, porque hace más asequible el pensamiento abstracto de las Matemáticas y la construcción de conceptos matemáticamente significativos por parte del alumno (Vargas Bernaldes, 2013), teniendo como objetivo la formación de los estudiantes con habilidades propias del siglo XXI como la autonomía, la colaboración, el pensamiento crítico y la comunicación.

El uso de HD fomenta en el alumno que piense antes, durante y después de resolver las actividades, apoyando el proceso metacognitivo de planificación, regulación y evaluación; y a nivel cognitivo, colaboran con la comprensión del problema, la organización y la representación del conocimiento, la detección de errores y situaciones anómalas, la generalización y la visualización de conceptos (Villarreal Farah, 2010). También permiten desarrollar las habilidades como la resolución de problemas, planteo de críticas, expresión verbal de procesos y resultados con uso de lenguaje matemático.

En general, las tecnologías digitales bien utilizadas en la práctica escolar amplían las posibilidades del aula tradicional, promoviendo el aprendizaje activo y favoreciendo un entorno más atractivo y motivador, y estimulando la creatividad de los alumnos (Vargas Bernaldes, 2013).

En consecuencia, también se potencia la retención de información, el desarrollo y estimulación de habilidades y capacidades, lo que hace que el alumno se convierta en protagonista activo de su propio proceso, dejando de lado la metodología tradicionalista que hace que las clases sean aburridas y tediosas (Bermúdez Jaimes, 2019). Esto sucede porque las HD posibilitan la interacción cuando se presentan los conceptos o las actividades, lo que mejora la confianza al momento de tratar de entender la complejidad inherente del contenido (Guachún Lucero y Mora Naranjo, 2019).

El uso de las HD transforma la percepción que los alumnos tienen de cada asignatura (Guachún Lucero y Mora Naranjo, 2019), aumentando su interés y motivación por el aprendizaje (Vargas Bernaldes, 2013) y genera que los estudiantes pidan más oportunidades y más tiempo para trabajar en un área del conocimiento que ya no les resulta ajena, incomprensible o tediosa.

Con la incorporación de las HD en la enseñanza, se gana en flexibilidad pedagógica, lo que permite personalizar las clases según las necesidades, ritmo, y estilos de aprendizaje de cada alumno; esto es posible aún en entornos donde existe numerosa población estudiantil y alto índice

de fracasos por la falta de homogeneidad en el nivel cognitivo de los alumnos. Por ejemplo, en casos de alumnos con pocas destrezas simbólicas y numéricas, el uso de HD les permite un mejor entendimiento al momento de resolver situaciones problemáticas (Bermúdez Jaimes, 2019). También facilita la inclusión sirviendo de apoyo y refuerzo en casos de bajo rendimiento académico (Fernández Olivares y Dans Álvarez de Sotomayor, 2022). Finalmente, la experiencia de aprendizaje no queda reducida a un mismo proceso para todos los alumnos.

Las HD también facilitan que los alumnos transiten de lo concreto a lo abstracto, lo que les permite desarrollar procesos cognitivos más complejos, significativos y auténticos (Area, 2017).

Como se ha señalado previamente, las HD desempeñan el rol de recurso para la visualización y exploración, permitiendo que el alumno establezca relaciones entre objetos matemáticos y sus propiedades, logrando que éstos sean tangibles y manipulables en lugar de abstractos. En consecuencia, el alumno transita una experiencia que favorece la comprensión (Grisales-Aguirre, 2018).

Finalmente, se presentan a continuación algunas HD específicas aplicables a la enseñanza de Matemáticas en el nivel Secundario:

- **Internet:** Potencia el aprendizaje de los alumnos promoviendo el trabajo colaborativo, abierto y flexible. También permite el acceso a plataformas tecnológicas, aulas virtuales, videoconferencias, chats, foros, presentaciones multimedia colaborativas y graficadores online (Gutiérrez, 2023).
- **Software:** se refiere a programas diseñados para ejecutar tareas específicas en dispositivos tecnológicos. Algunos ejemplos aplicables en educación matemática incluyen las pizarras digitales (Saucedo Córdova, 2023), hojas de cálculo, y programas como Derive (orientado a geometría y álgebra). A través de su interactividad, estos recursos permiten resolver problemas matemáticos, verificar soluciones de forma gráfica y dinámica; analizar objetos matemáticos, y establecer vínculos significativos entre lo abstracto y lo concreto.
- **Calculadora científica:** Diversos estudios evidencian que el uso apropiado de la calculadora científica mejora el rendimiento estudiantil. Al proveer resultados precisos (Vargas Bernaldes, 2013), promueve la confianza y una actitud más positiva hacia la asignatura (Villarreal Farah, 2010).
- **Manipulativos virtuales:** A través de las HD, los alumnos pueden acceder a manipulativos virtuales, versiones dinámicas e interactivas de sus equivalentes físicos (como planos, tangramas, etc.). Estos recursos permiten copiar, mover, seleccionar, colorear y simular situaciones complejas (como sumas de fracciones no equivalentes), adaptándose a

distintos niveles y edades. Además, suelen estar disponibles de forma gratuita y continua (Villarreal Farah, 2010).

Estos manipulativos facilitan la adquisición de habilidades mediante la visualización concreta de conceptos matemáticos, haciendo visible aquello que resulta difícil de imaginar. En consecuencia, colaboran con la construcción del conocimiento y la conversión entre registros simbólicos y gráficos (Gatica y Ares, 2012).

A partir de la evolución descrita que ha experimentado la educación gracias al avance tecnológico, algunos autores que se mencionarán en la sección de Antecedentes, refieren que el estudio de funciones puede desarrollarse a través del uso de HD como Excel y GeoGebra. Estas aplicaciones permiten trabajar con distintos enfoques y metodologías dentro del aula, brindando la posibilidad de representar funciones de manera visual e interactiva. Su utilización en el ámbito educativo ha sido objeto de análisis en diversas investigaciones que han explorado su implementación en distintos niveles de enseñanza y contextos de aprendizaje, considerando factores como la accesibilidad, el diseño de actividades y la integración con los contenidos curriculares. La presente investigación propone el uso de ambas herramientas teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- GeoGebra es un software matemático dinámico y gratuito que ofrece un entorno interactivo para explorar, modelar y visualizar conceptos matemáticos de manera intuitiva.

Su desarrollo comenzó en 2001 como parte de un proyecto académico liderado por Markus Hohenwarter, con el objetivo de integrar geometría, álgebra y cálculo en una sola herramienta. Desde entonces, ha evolucionado hasta convertirse en un recurso esencial en la educación matemática, con aplicaciones que abarcan desde la representación gráfica de funciones hasta simulaciones dinámicas.

Este software está disponible en diversas plataformas, incluyendo computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes, y es compatible con diversos sistemas operativos. También dispone de una versión online que no requiere descarga ni instalación, lo que facilita su acceso tanto en el hogar como en el aula.

Una de sus principales fortalezas es la integración de múltiples representaciones matemáticas en un mismo entorno. Sus usuarios pueden visualizar simultáneamente representaciones geométricas, gráficas, algebraicas y numéricas de un mismo concepto, a la vez pudiendo mantener invariante ciertos parámetros y pudiendo modificar otros, lo que favorece una comprensión más profunda e intuitiva de las Matemáticas.

El uso de GeoGebra en la enseñanza de Matemáticas permite a los estudiantes interactuar con los conceptos de una manera más visual y experimental, promoviendo un aprendizaje activo. Algunas de sus aplicaciones más relevantes en el aula incluyen:

- Representación gráfica: facilita la construcción de gráficos de funciones y el análisis de sus características, como intersecciones, extremos, puntos de inflexión y comportamiento en distintos intervalos.

- Exploración geométrica: permite trabajar con construcciones dinámicas, como polígonos, circunferencias, ángulos y transformaciones geométricas. La posibilidad de manipular estos elementos en tiempo real ayuda a los estudiantes a comprender sus propiedades y relaciones.

- Simulación de fenómenos matemáticos y físicos: posibilita la modelización de situaciones reales, como el movimiento de un objeto, la trayectoria de un proyectil o el crecimiento de una función exponencial, lo que ayuda a visualizar conceptos abstractos de manera más concreta. Estos fenómenos pueden modelarse mediante funciones lineales, cuadráticas o exponenciales según el caso.

- Resolución de problemas: a través de la manipulación de distintos escenarios, los alumnos pueden experimentar con hipótesis y encontrar soluciones mediante la observación de cambios en tiempo real. Esto refuerza el pensamiento lógico y analítico.

Gracias a estas funcionalidades, GeoGebra permite vincular diferentes formas de representación, como la gráfica, la algebraica y la tabular, lo que facilita el desarrollo de una comprensión profunda de conceptos matemáticos, como el de función. Al experimentar con valores y observar sus efectos de manera inmediata, los estudiantes construyen una comprensión tanto intuitiva como formal de las relaciones matemáticas.

GeoGebra ofrece múltiples ventajas en el ámbito educativo. Fomenta la experimentación y el descubrimiento, promoviendo un aprendizaje basado en la exploración y el análisis. Su uso reduce la carga de cálculos tediosos, permitiendo que los alumnos se concentren en la comprensión de los conceptos. Además, al proporcionar un entorno dinámico e interactivo, aumenta la motivación de los estudiantes y los involucra activamente en su proceso de aprendizaje. También facilita la conexión entre conocimientos previos y nuevos, propiciando un aprendizaje significativo (Arroyo-Arroyo y Yáñez-Rodríguez, 2020). Gracias a su flexibilidad, permite la personalización de actividades según el nivel y las necesidades de cada estudiante, adaptando la enseñanza a diferentes ritmos de aprendizaje.

No obstante, su implementación efectiva requiere que los docentes reciban una capacitación adecuada para aprovechar al máximo sus funcionalidades y diseñar

estrategias didácticas apropiadas. Asimismo, su uso depende del acceso a dispositivos tecnológicos y, en el caso de la versión en línea, de una conexión estable a Internet, lo que puede representar una barrera en algunos contextos educativos. A pesar de sus beneficios en el aula, su uso en la vida cotidiana y en el ámbito profesional fuera del entorno académico es limitado, salvo en carreras específicas como matemáticas, ingeniería o educación.

En resumen, GeoGebra es una herramienta de gran valor para la enseñanza de las Matemáticas, ya que permite a los estudiantes visualizar, explorar y comprender conceptos de manera dinámica e interactiva. Su capacidad para integrar múltiples representaciones matemáticas lo convierte en un recurso clave para la educación en distintos niveles. Además, al favorecer la manipulación y transformación de objetos matemáticos, fomenta el desarrollo del Pensamiento Variacional, permitiendo que los estudiantes analicen cambios y relaciones entre variables de manera intuitiva y estructurada.

Sin embargo, su implementación efectiva requiere una formación adecuada para los docentes y el acceso a dispositivos tecnológicos en el aula. Con estrategias pedagógicas bien diseñadas y un enfoque centrado en el aprendizaje activo, GeoGebra puede contribuir significativamente al desarrollo del pensamiento matemático y a la alfabetización digital de los estudiantes. En particular, su uso en actividades que exploren la variación y la dependencia funcional de variables refuerza la capacidad de los alumnos para interpretar y modelar fenómenos matemáticos en distintos contextos, preparándolos para enfrentar desafíos en la educación y en la sociedad actual. GeoGebra no sólo permite enseñar Matemáticas, sino también pensar matemáticamente.

- Microsoft Excel es una HD ampliamente utilizada en el mundo laboral, educativo y doméstico debido a su versatilidad en el manejo de datos y cálculos matemáticos. Su fácil acceso, disponibilidad en diversos dispositivos y compatibilidad con distintos sistemas operativos lo convierten en un recurso valioso para la enseñanza de las Matemáticas. Su aplicación en el aula permite optimizar el tiempo en la realización de actividades formativas en comparación con herramientas tradicionales como la pizarra y la regla métrica. Además, proporciona un entorno interactivo donde los estudiantes pueden trabajar con distintos tipos de representaciones matemáticas de manera intuitiva y dinámica.

Excel se destaca por ser una hoja de cálculo que organiza la información en filas y columnas, formando celdas identificadas por coordenadas únicas (como A1 o B3). Cada celda puede contener texto, números o fórmulas que permiten realizar desde operaciones

aritméticas básicas hasta cálculos complejos mediante funciones matemáticas, lógicas y estadísticas.

Entre sus funciones más destacadas se encuentran:

- Cálculos matemáticos y estadísticos: Excel facilita la resolución de problemas matemáticos mediante fórmulas prediseñadas y personalizadas (López Noriega et al., 2006).
- Visualización de datos: Permite la creación de gráficos de distintos tipos (de líneas, circulares, de dispersión) para representar información de manera clara y comprensible.
- Análisis de datos y resolución de problemas: Herramientas como tablas dinámicas y funciones avanzadas facilitan la organización y evaluación de datos complejos.
- Automatización y optimización del trabajo: Mediante el uso de macros y el lenguaje VBA, es posible automatizar tareas repetitivas y mejorar la eficiencia en la manipulación de datos.
- Integración con bases de datos: Excel permite la importación y exportación de datos en distintos formatos, facilitando su conexión con otras HD.
- Colaboración en la nube: Gracias a sus opciones de almacenamiento en la nube, los usuarios pueden trabajar en equipo en tiempo real, compartir documentos y realizar comentarios en conjunto.

El uso de Excel en la enseñanza de las Matemáticas permite a los estudiantes desarrollar habilidades analíticas, digitales y de organización de datos. Algunas de sus aplicaciones más relevantes incluyen:

- Representación gráfica de funciones: Excel permite la creación de tablas con valores numéricos y la generación de gráficos para visualizar la relación entre variables.
- Análisis de patrones y variaciones: Los alumnos pueden modificar datos en una tabla y observar cómo cambian los resultados en el gráfico, fomentando el desarrollo del Pensamiento Variacional.
- Modelización de situaciones reales: Excel es útil para simular situaciones del mundo real, como el crecimiento poblacional, los cambios en los precios de productos o la relación entre diferentes factores económicos.
- Resolución de problemas matemáticos y estadísticos: Permite aplicar funciones y fórmulas avanzadas para analizar datos y extraer conclusiones de manera precisa.
- Fomento del trabajo colaborativo: Gracias a su compatibilidad con plataformas en la nube, los estudiantes pueden compartir archivos, trabajar en equipo y realizar actividades de aprendizaje cooperativo.

El uso de Excel como herramienta didáctica ofrece numerosas ventajas. En primer lugar, permite a los estudiantes interactuar con distintas representaciones matemáticas (numérica, gráfica y algebraica), facilitando la comprensión de conceptos abstractos. Además, al automatizar cálculos y generar gráficos de forma inmediata, se optimiza el tiempo de aprendizaje y se reduce la carga de trabajo manual. También fomenta el desarrollo del pensamiento lógico y analítico al proporcionar herramientas avanzadas de análisis de datos y resolución de problemas.

Sin embargo, su implementación en el aula también presenta ciertas limitaciones. Una de ellas es la necesidad de capacitación docente para el manejo adecuado de sus funciones y la planificación de actividades didácticas efectivas. Además, su sintaxis y estructura pueden resultar poco intuitivas para algunos estudiantes, especialmente al utilizar fórmulas complejas. Otro aspecto a considerar es la disponibilidad de dispositivos y el acceso a software actualizado, ya que no todas las instituciones cuentan con los recursos tecnológicos necesarios para su implementación.

De lo antes expuesto, podemos concluir en que Excel se ha consolidado como una herramienta fundamental para la enseñanza de las Matemáticas, permitiendo a los estudiantes visualizar, analizar y resolver problemas de manera dinámica e interactiva. Su capacidad para integrar distintos registros de representación matemática lo convierte en un recurso clave para el desarrollo del Pensamiento Variacional, ya que permite explorar cómo cambian las funciones al modificar sus parámetros y visualizar estas variaciones en tiempo real.

Si bien su implementación requiere capacitación docente y acceso a dispositivos tecnológicos, sus beneficios en el aprendizaje matemático superan ampliamente sus limitaciones. Con estrategias pedagógicas adecuadas, Excel puede contribuir significativamente a la alfabetización digital y al desarrollo de habilidades analíticas y computacionales esenciales para el mundo actual. Su aplicación en la educación no solo optimiza el tiempo y los recursos, sino que también permite un aprendizaje más significativo y contextualizado para los estudiantes del siglo XXI. De este modo, el uso de Excel no sólo aporta herramientas técnicas, sino que promueve una forma de pensar y resolver problemas propios del pensamiento matemático moderno.

El uso de HD como GeoGebra y Excel en el aula plantea la necesidad de que los docentes estén familiarizados con el manejo de computadoras, dispositivos y la propia herramienta, por lo que resulta necesario que las instituciones educativas promuevan políticas de formación docente continua, que incluyan metodologías activas y consideren las experiencias previas del profesorado, superando las barreras tecnológicas que pudieran existir. Además, es fundamental

que los docentes inviertan tiempo adicional en el diseño de actividades que integren estas herramientas, lo que implica una preparación más detallada para garantizar la eficacia del aprendizaje. Asimismo, el proceso de introducción de las HD debe ser gradual, comenzando desde etapas tempranas para generar una familiarización progresiva con el uso de la tecnología, evitando una implementación aislada o descontextualizada del uso de tecnología en el aula. Esto no solo promueve una integración más fluida, sino que también permite a los estudiantes adquirir habilidades digitales desde una edad temprana, lo que es esencial en el contexto educativo actual.

En cuanto a la implementación en el aula, el uso de estas tecnologías puede atender la diversidad de los estudiantes. Aquellos con mayor dominio de las herramientas pueden trabajar de manera autónoma, mientras que los demás pueden hacerlo en pares o en grupos, fomentando el trabajo colaborativo. En este sentido, para que la integración sea efectiva, es recomendable que cada grupo de estudiantes cuente al menos con un dispositivo, aunque en muchos casos las actividades pueden desarrollarse sin conexión a Internet, aprovechando funciones offline de las herramientas. Además, es esencial que los estudiantes cuenten con nociones básicas sobre el manejo de los dispositivos y las HD, por lo que dedicar una sesión inicial para familiarizarlos con las funciones principales es una práctica recomendable. El aula debe estar adaptada para trabajar en grupos, y en algunos casos, puede ser necesario trasladar a los estudiantes a un espacio que permita el acceso a dispositivos y a Internet, optimizando así la infraestructura disponible para maximizar los beneficios del aprendizaje digital.

Considerando los aspectos desarrollados en relación con las teorías pedagógicas, los antecedentes, la fundamentación teórica y las HD presentadas, así como el contenido matemático abordado, el año escolar, la institución y los datos relevados a través de las entrevistas, se hará énfasis en los siguientes aspectos.

Las HD colaboran de forma relevante y significativa al generar ambientes de trabajo que fomentan la autonomía de los estudiantes, logrando así que, a través de su interacción y participación (Cardozo Plazas et al., 2022), ellos puedan construir nuevos conocimientos (Basto, 2017) o resignificar conocimientos previos.

La implementación de HD en los procesos de enseñanza y aprendizaje se ha ampliado dado que propician y facilitan la generación de nuevos contextos de aprendizaje (Parra Vargas, 2022), que reemplazan las estrategias habituales con cambios asociados a la calidad, el dinamismo, el interés, la flexibilidad, la inclusión y la innovación; generando espacios que respetan los ritmos y estilos de aprendizaje de cada alumno (Basto, 2017). Las HD posibilitan experiencias de aprendizaje significativo, con la intencionalidad de superar obstáculos, por ejemplo, asociados a los conocimientos conceptuales y procedimentales erróneos (Lozano García, 2021).

El rol del docente se verá también afectado por la implementación de las TIC. Pasarán de ser transmisores de conocimientos, a ser facilitadores y generadores de espacios de aprendizaje significativo; así los alumnos se convertirán en constructores de su conocimiento a través del proceso autónomo propiciado por las experiencias de intercambio entre ambos (Basto, 2017). En general las actividades de resolución de problemas en grupo (Dávila Orozco, 2018) a través de software especializado suelen ser un aliado del docente, y si bien estas herramientas no requieren gran conocimiento, es importante que siempre se tenga en cuenta el dominio previo de las TIC HD que poseen los estudiantes (Suárez González, 2023).

En la incorporación de las HD, se debe tener presente que no constituyen un fin en sí mismas (Lozano García, 2021), que el objetivo no es aprender a usarlas, sino un medio para lograr aprendizajes significativos y duraderos en los estudiantes (Cardozo Plazas et al., 2022). El docente debe siempre considerar implementarlas con la metodología apropiada que conlleve alcanzar los objetivos disciplinares propuestos, dado que las HD por sí solas o en sí mismas no permitirán solucionar las dificultades educativas (Parra Vargas, 2022) que ocurren en la práctica diaria, sino que su eficacia va a depender de que un proyecto pedagógico las utilice intencionalmente.

Particularmente en el área de Matemáticas, la implementación de las HD impacta de manera positiva en el rendimiento académico. Por un lado, porque motiva a los alumnos al mitigar el estigma asociado a la supuesta dificultad intrínseca del aprendizaje matemático. Por otro lado, porque propicia un mejor entendimiento y esto permite que los alumnos que poseen destrezas simbólicas y numéricas escasas puedan resolver situaciones problemáticas (Lozano García, 2021).

Asimismo, mejoran el proceso de aprendizaje, facilitando los cálculos y posibilitando la construcción de gráficos exactos y confiables, con un uso más eficiente del tiempo efectivo que los estudiantes tienen para trabajar entre pares y con el docente (Parra Vargas, 2022). En este nuevo contexto de trabajo, la clase y cada estudiante pueden comprobar de manera inmediata las respuestas (Lozano García, 2021) y analizar, debatir, reflexionar y argumentar sobre los resultados, resolución de situaciones problemáticas de manera más práctica y/o posibles errores (Suárez González, 2023).

Al abordar contenidos relacionados con la geometría y el Pensamiento Variacional, las HD habilitan que el alumno pueda simular de manera dinámica las representaciones asociadas (Fiallo-Leal y Parada-Rico, 2014), para que luego pueda transformarlas y visualizarlas. Esto presenta una gran mejora dado que agiliza el proceso mecánico o más rutinario del desarrollo analítico del problema a trabajar (Dávila Orozco, 2018). Esta exploración permite abordar y resolver errores imprevistos que generan espacios de interacción entre los estudiantes (Lozano García, 2021) favoreciendo el aprendizaje por descubrimiento de manera autónoma (Suárez González, 2023).

Dentro del área de Matemáticas se establecen cinco habilidades de pensamiento: numérico, geométrico o espacial, métrico, aleatorio y variacional (Dávila Orozco, 2018); Cardozo Plazas et al. (2022) aseveran que el Pensamiento Variacional es el que potencia el desarrollo de los demás cuando se los articula e interrelaciona.

El Pensamiento Variacional está vinculado con el reconocimiento y la percepción de la variación, tanto como su descripción, modelización y representación en los sistemas (Basto, 2017) simbólico, algebraico, tabular y coloquial; y es por eso que se asocia con una forma de pensar dinámica, siendo pieza clave para el aprendizaje de las Matemáticas (Cardozo Plazas et al., 2022). El análisis de situaciones problemáticas a través de estos diferentes sistemas de representación, coordinados e interrelacionados, permitirá al estudiante una construcción conceptual compleja.

De esta manera, la integración intencionada de HD en el aula de Matemáticas no solo favorece la adquisición de competencias específicas, sino que también promueve una forma de pensar matemática más profunda, flexible y contextualizada, en sintonía con las demandas del siglo XXI.

El estudio de las relaciones entre magnitudes mediante su cuantificación es un pilar fundamental en el desarrollo del pensamiento matemático. Para comprender plenamente estas relaciones, es crucial diferenciar entre cantidades que son variables y aquellas que permanecen constantes. La función, entendida como una relación entre variables, permite no sólo identificar vínculos entre cantidades, sino también analizar cómo varían en conjunto dentro de diferentes contextos.

En este marco, el Pensamiento Variacional se presenta como una herramienta clave para estudiar la variación, caracterizando, representando y modelando el cambio en situaciones contextualizadas. No se trata únicamente de aplicar procedimientos matemáticos de manera mecánica, sino de darle significado a los objetos matemáticos a través de su uso en la resolución de problemas. A partir del uso activo del conocimiento en contextos significativos. Se favorece la construcción de significados y el desarrollo de aprendizajes más profundos.

Uno de los aspectos centrales dentro del Pensamiento Variacional es la “Noción de variable y variación lineal”, la cual nos permite analizar y comparar gráficas de funciones lineales, así como construir modelos algebraicos a partir de su representación gráfica. Este enfoque no solo desarrolla habilidades matemáticas esenciales, sino que también fortalece la capacidad de reconocer patrones de comportamiento, simbolizar relaciones y argumentar sobre los fenómenos de cambio.

Además, el Pensamiento Variacional nos permite transitar entre distintas representaciones matemáticas (numérica, gráfica y algebraica), lo que facilita la identificación de relaciones entre cantidades variables y constantes. Al generalizar estas relaciones, podemos predecir o tomar decisiones informadas ante diversas situaciones.

Por todo lo anterior, consideramos que el Pensamiento Variacional se configura como un eje clave para el análisis y la comprensión de fenómenos matemáticos. Su estudio no solo garantiza una correcta aplicación del conocimiento aprendido, sino que también fomenta una comprensión más profunda del cambio y su impacto en distintos contextos. Al enfocarnos en este tema, buscamos promover un aprendizaje matemático significativo, basado en la argumentación, la modelización y la toma de decisiones fundamentadas.

Al activar el Pensamiento Variacional, es posible la modelización donde las variables covaríen de manera similar a la situación que se está intentando resolver, y a través de esta modelización, reconocer patrones, regularidades, constantes y posibles relaciones entre las variables; que permiten la generalización de procesos.

Uno de los objetivos de cultivar el Pensamiento Variacional está vinculado con realizar acercamientos a la comprensión de funciones, dado que permiten la resolución de problemas asociados al cambio y a la variación, modelando situaciones de distintas ciencias, como las ciencias naturales o sociales, y de la vida cotidiana en general. Por otro lado, se pretende que los alumnos sean capaces de reconocer estrategias para solucionar problemas a partir de la información que reciben del medio escolar o extraescolar (Dávila Orozco, 2018).

La implementación de las TIC en la enseñanza del Pensamiento Variacional conlleva a la modificación del modelo tradicional de enseñanza, transformándolo en un ambiente virtual, interactivo y dinámico (Cardozo Plazas et al., 2022). Con ellos, el docente dispone de un instrumento de mediación cognitiva (Dávila Orozco, 2018) que potencia el papel activo de los estudiantes en dos dimensiones clave: por un lado, el desarrollo de habilidades como el razonamiento, la argumentación, la comunicación, la modelización y el planeamiento, y por otro, la apropiación de conocimientos matemáticos vinculados con la construcción de funciones, el análisis de datos (Basto, 2017), la interpretación de gráficos (Suárez González 2023), y la integración de aspectos algebraicos y contextuales (Dávila Orozco, 2018).

Otro aspecto a considerar son las dificultades que los estudiantes presentan en su aprendizaje; los causales son variados entre los que podemos nombrar: la falta de ambientes pedagógicos que promuevan su motivación, el escaso desarrollo de habilidades vinculadas con el razonamiento, la modelización y la comunicación, limitaciones al interpretar y analizar datos (Dávila Orozco, 2018), interés sólo centrado en el resultado dejando de lado la comprensión y la interpretación del problema matemático planteado (Parra Vargas, 2022).

En particular en la provincia de Chubut, el análisis vinculado a las últimas pruebas Aprender, E.R.C.E. (Estudio Regional Comparativo y Explicativo) y PISA (Programme for International Student Assessment), arroja información crítica sobre la situación de los estudiantes en relación a los aprendizajes en el área de Matemáticas y Lengua, que obliga a tomar decisiones que tengan

como prioridad la revisión de las condiciones de aprendizaje en las escuelas y el fortalecimiento de la práctica docente. Frente a este panorama, se implementa el Plan Provincial Integral de Alfabetización Chubut 2024-2027, cuyo eje central es el acompañamiento a la práctica docente y la mejora de las estrategias de enseñanza. Teniendo en cuenta los resultados analizados, este trabajo pretende aportar un marco que colabore con los docentes al momento de implementar el uso de las HD en el aula de manera beneficiosa para los procesos de enseñanza y aprendizaje. Puedo poner qué años evalúa cada una, los últimos resultados (Ministerio de Educación del Chubut).

La propuesta de esta secuencia didáctica busca generar un impacto positivo en la enseñanza de las Matemáticas. Para ellos, se han considerado aspectos fundamentales como el trabajo colaborativo, las relaciones interpersonales, el fortalecimiento del Pensamiento Variacional (Cardozo Plazas et al., 2022), y la selección de problemas apropiados (Dávila Orozco, 2018). La secuencia debe ser capaz de crear un ambiente en el cual el alumno supere barreras motivacionales y cognitivas, reciba apoyo ajustado a sus necesidades, y desarrolle progresivamente su autonomía como aprendiz (Dávila Orozco, 2018).

La incorporación intencionada de HD en la enseñanza de las Matemáticas, en articulación con modelos pedagógicos como SAMR y TPACK, permite no solo diversificar las estrategias de enseñanza, sino también enriquecer los procesos de aprendizaje de los estudiantes. En este marco, el Pensamiento Variacional se presenta como un eje fundamental para abordar la comprensión del cambio y la variación, al mismo tiempo que promueve habilidades de razonamiento, modelización y argumentación matemática en contextos significativos.

Considerando los desafíos que enfrentan los estudiantes, evidenciados en los resultados de las evaluaciones nacionales e internacionales, se vuelve imprescindible generar propuestas didácticas que fortalezcan el pensamiento matemático y atiendan a la diversidad de trayectorias. En este sentido, el uso pedagógico de las HD, como GeoGebra, posibilita la creación de ambientes de aprendizaje dinámicos, visuales e interactivos que potencian la construcción de significados y la participación activa del alumnado.

La secuencia didáctica aquí propuesta responde a estos desafíos, procurando crear condiciones para que los estudiantes desarrollen autonomía, se involucren en la resolución de problemas contextualizados y puedan establecer conexiones entre representaciones matemáticas diversas. De esta manera, se espera contribuir a una enseñanza de las Matemáticas más inclusiva, reflexiva y orientada a la formación de ciudadanos críticos capaces de enfrentar los retos del siglo XXI.

## **8.1 Antecedentes**

### 8.1.1 Nacionales

Al explorar la bibliografía publicada, se detectan pocas investigaciones en relación al aprendizaje de las Matemáticas con la utilización de HD en el nivel secundario desarrolladas en la Argentina, la mayoría de las mismas se centran en la enseñanza y aprendizaje de Geometría. Sin embargo, se encontraron algunas orientadas hacia el Pensamiento Variacional de la Universidad Técnica Nacional y la Universidad de la Pampa.

En primer lugar, puede mencionarse el trabajo de los autores Iturbe y Garelik (2014) quienes proponen una secuencia didáctica centrada en el uso de funciones racionales para la resolución de situaciones problemáticas que la misma resuelve, a través del uso de GeoGebra. En su análisis, los autores concluyen que el uso de HD no soluciona por sí mismo las dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas, pero sí facilita significativamente la comprensión cuando se realiza una planificación intencionada por parte del docente. Asimismo, destacan que la experiencia abre múltiples interrogantes que merecen seguir siendo abordados.

Por otro lado, Narváz (2015) lleva adelante una investigación de carácter cualitativo que aborda una secuencia de cuatro clases orientadas a la introducción del concepto de función cuadrática, también a través del uso de GeoGebra. Se concluye en el mismo, que la visualización colaboró con el descubrimiento y construcción del concepto de función cuadrática y que también la HD utilizada propició un ambiente de trabajo que generó interés en los alumnos.

En líneas generales, los trabajos relevados coinciden en la necesidad de continuar investigando sobre la inclusión de HD en la enseñanza de las Matemáticas, especialmente en aquellos contenidos que requieren la representación, exploración y modelización de relaciones funcionales.

### 8.1.2 Internacionales

En el ámbito internacional, se han desarrollado diversas investigaciones orientadas a evaluar el impacto del uso de HD, particularmente GeoGebra y Excel, en la enseñanza y el aprendizaje de funciones matemáticas. Estas herramientas han sido exploradas como recursos didácticos que potencian la comprensión conceptual, la representación gráfica y el interés del alumnado, tanto en niveles secundarios como universitarios.

En principio, Portilla Ciriquian (2014), en su trabajo “Uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de funciones gráficas en 1º de Bachillerato de Ciencia y Tecnología”, desarrolla una propuesta práctica basada en el uso de GeoGebra tras detectar, durante sus prácticas docentes, dificultades en los estudiantes para comprender y representar funciones. La investigación incluyó una revisión normativa, entrevistas a docentes y el diseño de actividades con este software. Concluye que GeoGebra contribuye a una mejor asimilación del concepto de función, mejora su representación gráfica y aumenta la motivación del alumnado, aunque también señala la necesidad de mayor formación docente en TIC.

Por otro lado, Escobar (2013) en su tesis de maestría “La metodología experimental para el uso de GeoGebra en geometría de octavo grado” presentada en la Universidad Internacional de La Rioja, implementa un modelo de enseñanza experimental con el uso de GeoGebra para evaluar un posible cambio de actitud en los estudiantes. Escobar afirma que posterior a la implementación con la HD GeoGebra, los alumnos se mostraron más motivados, desmitificando la percepción de que el aprendizaje de las Matemáticas es aburrido.

En la misma línea, Bermeo Carrasco (2017) en su investigación “Influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de la graficación de funciones reales en estudiantes del primer ciclo de la Universidad Nacional de Ingeniería” en la ciudad de Lima, plantea como propósito evaluar la influencia del uso de GeoGebra en el graficado de funciones reales. Luego de una evaluación diagnóstica y una evaluación final, se concluye que GeoGebra influye de manera significativa en el proceso de aprendizaje.

Finalmente, Pomboza, Guzñay y Tenegusñay (2015) presentan su investigación “Utilización del software libre GeoGebra para el aprendizaje del bloque curricular de número y funciones y su relación en el rendimiento académico de los estudiantes de tercer año de bachillerato, de la Unidad Educativa Universitaria Milton Reyes de la ciudad de Riobamba, durante el período académico 2013-2014” con el propósito de vincular el uso de GeoGebra con el rendimiento académico del grupo de alumnos. En la misma, se concluye que, mediante una aplicación propicia por parte del docente, el uso de GeoGebra mejora el nivel de aprendizaje de los alumnos.

Además de GeoGebra, otras investigaciones han comenzado a explorar el potencial de HD más accesibles y ampliamente disponibles, como Microsoft Excel, en el aprendizaje de contenidos matemáticos. A continuación, se presentan distintos estudios que profundizan en el uso de Excel como recurso didáctico, especialmente en el abordaje de funciones y el desarrollo de competencias clave.

El estudio “Uso del programa Excel y logro de aprendizaje de Matemáticas en alumnos del cuarto año de secundaria de la IE: N° 16519 José Carlos Mariátegui” realizado en San Ignacio, Cajamarca por Saucedo Córdova (2023) analizó la relación entre el uso del programa Excel y el logro de aprendizaje en Matemáticas en estudiantes de cuarto año de secundaria. A través de una investigación cuantitativa de tipo descriptivo-correlacional, se determinó una correlación muy alta entre ambas variables, lo que evidencia el impacto positivo del uso de esta HD en el rendimiento académico de los estudiantes.

En particular, se identificaron relaciones significativas entre el uso de Excel y diversas dimensiones de la resolución de problemas matemáticos, destacándose las áreas de cantidad, gestión de datos e incertidumbre, y forma, movimiento y localización. Estos resultados permiten considerar al software Excel no solo como una herramienta organizativa o de cálculo, sino

también como un recurso didáctico que contribuye activamente al desarrollo de competencias matemáticas clave.

En la misma línea, Calao Jiménez (2022) en “Pensamiento computacional: Excel en función lineal – Desarrollo del pensamiento computacional con el uso de Microsoft Excel para la enseñanza de funciones lineales con estudiantes de noveno grado de secundaria” trabajó con estudiantes de noveno grado, desarrollando una investigación centrada en el uso de Microsoft Excel para la enseñanza de funciones lineales desde la perspectiva del pensamiento computacional. Mediante el diseño de una secuencia didáctica colaborativa con enfoque constructivista, se demostró que los estudiantes que trabajaron con Excel desarrollaron mayores competencias matemáticas en comparación con aquellos que participaron de una clase magistral tradicional, especialmente en la construcción de estrategias lógicas y el análisis de gráficas.

Los resultados reflejaron una mejora significativa en la comprensión de las funciones lineales y en el desempeño en pruebas de salida, atribuyéndose al uso activo y guiado de Excel, que permitió a los estudiantes manipular datos y construir modelos visuales. Este estudio reafirma el valor de integrar HD accesibles en el aula como medio para fortalecer habilidades matemáticas clave, promoviendo a su vez una participación más activa y significativa del alumnado.

Asimismo, Bárcena Pascual (2019) en “Uso de Excel para la enseñanza de Matemáticas en Bachillerato y talleres de inicio a la programación” propuso el uso de Microsoft Excel no solo como herramienta para la enseñanza, sino también como un recurso introductorio al pensamiento computacional mediante el uso de macros en lenguaje VBA. En su trabajo se destaca que, a pesar de la amplia disponibilidad y versatilidad de Excel, su uso con fines pedagógicos en Matemáticas sigue siendo limitado frente a herramientas más difundidas como GeoGebra. Sin embargo, se concluye que Excel puede aportar ventajas significativas tanto en la comprensión de contenidos matemáticos como en el desarrollo de habilidades de programación, especialmente en niveles previos a estudios universitarios o técnicos, donde dichas competencias adquieren una creciente relevancia.

De manera complementaria, el estudio “Programa Excel como recurso didáctico y su incidencia en el aprendizaje del contenido: gráfica de función de primer grado con los estudiantes de octavo grado del centro educativo Arroyo N° 1 del municipio de Diriá, departamento de Granada, durante el primer semestre del año lectivo 2023” realizado en Nicaragua por Bravo-López, Canda-Mena y Hernández-Barrios (2023), abordó la implementación de Excel como recurso didáctico para la enseñanza de las gráficas de funciones de primer grado con estudiantes de octavo grado. Se concluyó que el impacto positivo del uso de esta herramienta depende en gran medida del dominio técnico y pedagógico de la docente, pero que su uso efectivo facilita una clase más interactiva y comprensible, contribuyendo a la mejora en la comprensión del contenido matemático.

Ampliando el horizonte de aplicación de Excel en el área de Matemáticas, algunas investigaciones han enfocado su uso en otros bloques de contenido, como la estadística, donde su aplicación didáctica ha mostrado resultados positivos.

Otro antecedente relevante es “Excel como una herramienta asequible en la enseñanza de Estadística” elaborado por López Noriega, Lagunes Huerta y Herrera Sánchez (2006), donde se aborda la incorporación de tecnologías digitales, como la hoja de cálculo de Excel, en la enseñanza de contenidos estadísticos. En este trabajo se destaca cómo la creciente disponibilidad de computadoras en las instituciones educativas abre nuevas posibilidades para transformar los métodos tradicionales de enseñanza, particularmente en el área de Matemáticas. Se subraya que el uso de la computadora no solo permite automatizar tareas repetitivas, sino que también sostiene el interés del estudiante y facilita el acceso a representaciones visuales y análisis que, de otro modo, serían complejos de abordar. La hoja de cálculo se presenta como un recurso didáctico accesible y versátil, con un alto potencial para el desarrollo de competencias en el análisis estadístico, siempre y cuando su uso esté articulado de manera coherente dentro del programa de estudios y sea guiado por un docente con la preparación adecuada (Orozco, 2004).

En esta línea de trabajos que destacan la versatilidad de Excel como recurso didáctico, también se han desarrollado investigaciones centradas en niveles educativos medios y en bloques de contenido variados dentro del área de Matemáticas.

En la investigación “Utilización de la hoja de cálculo Excel como recurso didáctico para facilitar el aprendizaje de Matemáticas de 3° de ESO” desarrollada por Almendro García (2014), se analiza el uso de la hoja de cálculo Excel como recurso educativo en el área de Matemáticas de 3° de ESO, con el objetivo de evaluar su potencial para facilitar aprendizajes significativos y el desarrollo de competencias básicas. A partir de un estudio bibliográfico, el autor concluye que Excel es una herramienta útil y asequible que permite trabajar distintos bloques de contenido, con excepción de geometría, área para la cual se recomiendan recursos más específicos como los programas de geometría dinámica. El trabajo destaca que el uso efectivo de Excel no depende únicamente del software, sino de las estrategias didácticas aplicadas y de la reflexión pedagógica del docente. Asimismo, se subraya que tanto docentes como estudiantes requieren un conocimiento mínimo del programa para aprovechar sus posibilidades. Finalmente, se reconoce el valor motivacional que puede tener esta herramienta al permitir la modelización, generalización y visualización de problemas matemáticos, integrando la enseñanza con contextos prácticos y transversales.

En síntesis, estos antecedentes internacionales evidencian el potencial de HD como GeoGebra y Excel para enriquecer la enseñanza de funciones matemáticas. En el caso de GeoGebra, se destaca su utilidad para la visualización y exploración de conceptos, mientras que Excel ha demostrado

ser una herramienta valiosa para el modelado, la representación de datos y el análisis de funciones, especialmente en contextos donde se busca fortalecer la alfabetización digital junto con el aprendizaje matemático. Ambos recursos, sin embargo, requieren de una implementación pedagógica adecuada y una planificación didáctica intencionada por parte del docente. En este sentido, el presente trabajo busca recuperar y adaptar dichas experiencias exitosas al contexto local, aportando una propuesta didáctica situada que fortalezca el Pensamiento Variacional mediante el uso significativo de HD en el aula de Matemáticas.

## 8.2 Definiciones

Con el propósito de delimitar el marco conceptual de esta investigación, a continuación, se presentan las definiciones de los términos más relevantes que atraviesan el desarrollo del trabajo. La inclusión de estas definiciones contribuye a establecer una base común de comprensión, aclarando los sentidos en los que se emplean los conceptos y facilitando así una lectura coherente y contextualizada del proceso investigativo.

- Pensamiento Variacional:

El Pensamiento Variacional puede definirse como la capacidad de analizar, interpretar y transformar funciones numéricas de forma creativa y flexible, con el propósito de modelar, justificar y comprender situaciones de cambio en distintos contextos, tanto reales como mentales. Este pensamiento involucra la identificación y manejo de elementos de variación presentes en las relaciones entre cantidades, funciones y sus diversas representaciones: algebraicas, gráficas, tabulares y pictóricas.

Una de las características clave del Pensamiento Variacional es su capacidad para integrar la geometría con el álgebra. A través de la interpretación de funciones y sus representaciones gráficas, los estudiantes pueden entender cómo los conceptos algebraicos se manifiestan en el plano geométrico, facilitando una comprensión más profunda de las relaciones matemáticas. Este enfoque también tiene aplicaciones transversales en diversas disciplinas, como la ecología y la medicina, donde la variación de parámetros juega un papel crucial en la modelización y el análisis de fenómenos.

El Pensamiento Variacional se introduce en la educación desde primero de secundaria, inicialmente con ese nombre, y se aborda con mayor profundidad en los últimos años, donde se enseña bajo el marco de las funciones. Esta evolución fomenta la vinculación del Pensamiento Variacional con la abstracción, permitiendo que los estudiantes comprendan y manejen conceptos más generales y complejos.

En el ámbito educativo, el desarrollo del Pensamiento Variacional requiere que los docentes diseñen actividades enfocadas en la variación numérica y geométrica, promoviendo el análisis

crítico y la reflexión. De esta manera, los estudiantes adquieren autonomía y habilidades para abordar y resolver problemas significativos, fortaleciendo su comprensión de fenómenos cambiantes y su capacidad de actuación en la sociedad. Además, este tipo de pensamiento favorece el desarrollo del pensamiento deductivo y lógico-matemático, ya que implica razonamiento formal, y potencia la metacognición al promover que los estudiantes reflexionen sobre su propio proceso de aprendizaje.

- Resolución de problemas

La resolución de problemas en la enseñanza de la Matemáticas en el nivel secundario es un enfoque didáctico que sitúa a los estudiantes en el centro del aprendizaje, permitiéndoles desarrollar habilidades de pensamiento crítico, razonamiento lógico y estrategias matemáticas para enfrentar situaciones desafiantes. No se trata únicamente de aplicar fórmulas o algoritmos preestablecidos, sino de comprender el problema, analizarlo, formular hipótesis, seleccionar estrategias adecuadas y evaluar la solución obtenida.

Este enfoque implica un proceso en el que los estudiantes deben:

1. Comprender el problema: Identificar los datos, las incógnitas y las relaciones entre ellos.
2. Planificar una estrategia de solución: Explorar diferentes métodos y seleccionar el más adecuado.
3. Ejecutar el plan: Aplicar conocimientos previos, realizar cálculos o manipulaciones algebraicas.
4. Verificar y reflexionar sobre la solución: Evaluar la validez de la respuesta y considerar posibles mejoras o alternativas.

La resolución de problemas fomenta el pensamiento matemático al permitir que los estudiantes exploren conceptos de manera activa y significativa. Además, fortalece la capacidad de modelizar situaciones reales, promoviendo el aprendizaje basado en el razonamiento y la argumentación. Se logra desarrollando cuatro capacidades fundamentales: traducir datos y condiciones, usar estrategias y argumentar los procedimientos.

En el nivel secundario, este enfoque cobra especial relevancia porque ayuda a consolidar la comprensión de conceptos matemáticos fundamentales y su aplicación en contextos diversos. Asimismo, contribuye al desarrollo de habilidades transversales como la creatividad, la toma de decisiones y la persistencia ante desafíos, elementos clave en la formación académica y profesional de los estudiantes.

El uso de HD en la resolución de problemas es un recurso valioso que permite encontrar relaciones entre los elementos del problema y sus representaciones, favoreciendo la identificación de soluciones correctas. Además, facilita la elaboración de conjeturas, la generalización de

resultados, el análisis de casos particulares y la conexión de los resultados con otros contenidos matemáticos. Asimismo, la tecnología contribuye a crear un clima positivo en el aula, ya que permite comprobar de manera inmediata las respuestas y retroalimentar constantemente los procesos cognitivos de los estudiantes, brindándoles una mayor oportunidad de práctica.

- Función

La palabra función fue introducida por el matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), una de las mentes más universales de su época. Su visión de una matemática simbólica universal lo llevó a utilizar el concepto de función para representar relaciones de correspondencia, que son comunes en la vida diaria (Bravo-López et al.,2023).

Antes de Leibniz, Galileo Galilei (1564-1642) ya había trabajado con la idea de una relación funcional entre variables. En sus estudios sobre el movimiento, Galileo identificó relaciones entre variables físicas, anticipándose al concepto formal de función.

A finales del siglo XVII, el término función apareció por primera vez de manera formal. Johann Bernoulli la definió como "una cantidad formada de alguna manera a partir de cantidades indeterminadas y constantes". Sin embargo, fue en 1748 cuando el concepto alcanzó mayor reconocimiento gracias a Leonhard Euler, uno de los grandes genios matemáticos. En su obra *Introducción al análisis infinito*, Euler definió la función como "una expresión analítica compuesta de cualquier manera a partir de una cantidad variable y de números o cantidades constantes".

Este concepto ha sido esencial en el desarrollo de las Matemáticas, proporcionando una herramienta poderosa para modelar y analizar fenómenos en diversas disciplinas científicas y técnicas.

- Secuencia didáctica

La secuencia didáctica es una planificación organizada de actividades de enseñanza y aprendizaje, que busca desarrollar un aprendizaje significativo en los estudiantes a través de la jerarquización y secuenciación de contenidos. Se busca estructurar y guiar el proceso de aprendizaje de manera integral. Estas actividades, estructuradas en una serie de momentos o etapas, tienen como propósito facilitar el logro de metas educativas específicas, promoviendo la reflexión, el análisis y la práctica de los conocimientos. Según Tobón, Pimienta y García (2010), una secuencia didáctica se entiende como un conjunto articulado de actividades de aprendizaje y evaluación, en las que el docente media el proceso para alcanzar los objetivos educativos, utilizando diversos recursos (materiales, tecnológicos, entre otros).

En el contexto de la enseñanza de Matemáticas, por ejemplo, la secuencia didáctica puede incluir herramientas como el software GeoGebra para fortalecer conceptos como el Pensamiento Variacional y otros contenidos específicos, como la función lineal (Cardozo Plazas et al., 2022).

- Herramientas Digitales (HD)

Las herramientas digitales educativas son aquellos programas de software, aplicaciones y plataformas que habilitan el desarrollo de actividades didácticas y fomentan un aprendizaje activo, colaborativo y simplificado; facilitan la labor docente habilitándolos a reutilizar material disponible en Internet (Bringas, 2021). Se accede a las mismas a través de Internet, el uso de computadoras, tablets, dispositivos.

- Recurso educativo digital

Son materiales diseñados para una situación específica de enseñanza. Los mismos facilitan o propician el proceso de enseñanza y aprendizaje, o también lo adaptan a las necesidades específicas de ciertos tipos de alumnos, habitualmente implementados por docentes en instituciones formativas con el objetivo de complementar o hacer más eficiente su labor (Bravo-López et al., 2023). Dichos soportes median entre el docente, los estudiantes y el conocimiento planteado. Por un lado, entre el conocimiento y los estudiantes, porque son el insumo para la construcción del conocimiento: habilidades de búsqueda, clasificación y discernimiento de la información. También entre el profesor y el conocimiento aprovechando como canal o lenguaje de comunicación para comunicar su mensaje de manera tecnológica. Es por esto que resulta importante utilizarlos en base a una necesidad detectada y dentro de una situación de aprendizaje.

- Entrevistas

La entrevista es una herramienta poderosa de recogida de datos contextualizados e individualizados que se obtienen como descripción del mundo vivido por los entrevistados, permiten captar la experiencia de los sujetos participantes desde su propia perspectiva y sus propias palabras.

Si bien las distintas tipologías de entrevistas varían según los criterios planteados, generalmente el más utilizado se vincula con el grado de estructuración: diferenciándose entre estructurada, semiestructurada y no estructurada o abierta (Ibarra-Sáiz, M. S., González-Elorza, A., y Rodríguez-Gómez, G., 2023). Para elegir el tipo de entrevista a utilizar es importante destacar que el objetivo de la misma debe ir en consonancia con el objetivo de la investigación. En la investigación cualitativa habitualmente se elige la entrevista semiestructurada, dado que la misma aborda temas específicos como si fueran una conversación, es versátil, su dinámica es sencilla y genera espacio de diálogo que permiten explorar de manera subjetiva y en profundidad la perspectiva y opiniones de los entrevistados, entendiendo así su contexto; también en general se

adaptan a los distintos marcos teóricos y suelen ser la mejor manera de averiguar las motivaciones que existen detrás de las creencias y decisiones de las personas.

Con respecto al entrevistador se destaca la importancia de su preparación y formación sobre el tema de estudio, su capacidad de escucha activa e improvisación, logrando también que se genere un clima agradable y de confianza que motive al entrevistado a hablar con libertad y sinceridad (Ibarra-Sáiz et al., 2023).

- Gen Técnico

El Programa Gen Técnico Roberto Rocca es una iniciativa impulsada por el Grupo Techint desde 2006, con el objetivo de contribuir a la educación técnica de calidad y formar técnicos capacitados para la industria 4.0, promoviendo la igualdad de oportunidades y el progreso de las comunidades. Este programa apoya a las escuelas técnicas de la comunidad mediante capacitaciones, incorporación de tecnología, prácticas educativas de excelencia y vinculación con el sector productivo. A lo largo de los años, ha beneficiado a miles de estudiantes y docentes en diversos países.

Entre las actividades destacadas del programa se incluyen prácticas profesionalizantes, visitas a plantas industriales, lanzamiento de plataformas educativas con cursos en línea sobre diversas temáticas técnicas, certificaciones internacionales en colaboración con instituciones reconocidas y programas de fortalecimiento en áreas como Matemáticas y mecánica.

Estas líneas de acción buscan preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos de la industria moderna y contribuir al desarrollo sostenible de sus comunidades.

El mismo cuenta con un campus educativo al que pueden acceder docentes y alumnos, y donde se dispone información en distintos idiomas, según áreas de interés y clasificados por la edad de los destinatarios de la formación.

Desde el año 2014, la institución ha participado activamente en el Programa Gen Técnico, comenzando con una capacitación destinada a directivos realizada en la localidad de Campana. A partir de entonces, una de las acciones implementadas fue la evaluación diagnóstica de los estudiantes del último año, cuyos resultados servían de base para diseñar propuestas de acompañamiento pedagógico. En este marco, desde el año 2020, la escuela ha sido seleccionada para trabajar específicamente con el trayecto de Matemáticas, lo que ha permitido fortalecer los saberes fundamentales en esta área, a través de actividades orientadas al desarrollo del pensamiento lógico-matemático y la preparación para el ámbito profesional.

## 9. PROPUESTA

El presente apartado contiene una descripción detallada de la intervención de la propuesta que se llevó al aula.

### 9.1 Descripción del área de estudio.

El grupo de estudio está integrado por los estudiantes de cuarto año del nivel secundario de la Casa Salesiana Deán Funes, ubicada en el norte de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut. El cursado de las materias se realiza en el transcurso del turno mañana de manera presencial, de 7.30 a 12.30 horas.

### 9.2 Grupo de estudio.

En la institución educativa Casa Salesiana Deán Funes se encuentra una población de 531 alumnos: Para la investigación se seleccionó mediante un muestreo no aleatorio por conveniencia, a los estudiantes de cuarto año. Esta elección respondió a razones organizativas y temporales. En primer lugar, la implementación de la propuesta coincidió con el abordaje del contenido de Pensamiento Variacional, respetando así el ritmo de trabajo ya establecido en el aula y evitando interrupciones en la dinámica cotidiana de los alumnos. Además, los estudiantes del ciclo superior suelen disponer de dispositivos electrónicos propios, lo que facilita el desarrollo de actividades digitales, así como una mayor autonomía en los traslados dentro de la institución.

Otro factor relevante fue la amplia predisposición de la docente de Matemáticas a cargo del grupo del curso, quien ya había incorporado HD en los años anteriores, tanto en sus clases como en experiencias previas del grupo. Los horarios disponibles también resultaron convenientes para la investigadora.

La elección de 4to año respondió, asimismo, a criterios de coherencia con los contenidos curriculares del ciclo orientado y a la posibilidad de trabajar con un nivel intermedio de apropiación tecnológica y conceptual, que permitiera valorar tanto las potencialidades como los desafíos de la propuesta. El grupo seleccionado está compuesto por 67 de estudiantes, cuyas edades oscilan entre 15 y 17 años.

### 9.3 Generalidad.

La población seleccionada para la implementación de esta propuesta estuvo conformada por 37 alumnos del mismo año para el grupo de control y 40 para el grupo experimental y se trabajó junto a la docente a cargo del área de Matemáticas.

Puntualmente, la intervención pedagógica se desarrolló en cuatro fases, distribuidas en cuatro semanas, con una intensidad de cuatro horas cátedras semanales en formato presencial.

Los encuentros se llevaron a cabo en el Aula Magna de la institución, espacio que fue reservado con antelación. Se eligió este lugar porque cuenta con proyector, pantalla, múltiples enchufes, sillas (en lugar de bancos) y toda la instalación audiovisual necesaria ya integrada, lo que permitió conectar la computadora y proyectar de forma cómoda, sin necesidad de trasladar equipos, cables o extensiones adicionales.

A ambos grupos se les administró un cuestionario provisto por la propuesta educativa integral Gen Técnico Roberto Rocca, llevado a cabo a través de su campus online y compuesto por cinco preguntas de opción múltiple. El mismo permitió determinar el nivel de conocimiento de los alumnos sobre el tema seleccionado por la docente. Posteriormente, se procedió a aplicar la propuesta didáctica a los alumnos del grupo experimental. El grupo de control no fue intervenido por la misma, por lo que continuó con sus clases de manera regular, sin transformaciones en las actividades, estrategias y metodología.

La propuesta consistió en cuatro semanas de trabajo con actividades cuya dificultad incrementaba gradualmente donde se exploró el tema de Pensamiento Variacional a través de las herramientas Excel y GeoGebra.

Luego de abordar el grupo experimental con la presente propuesta, se aplicó el postest también propuesto por Gen Técnico Roberto Rocca a ambos grupos, con el fin de comparar los resultados y el logro del conocimiento para demostrar la efectividad de la propuesta implementada.

Finalmente, se realizó una encuesta a través de la HD Google Forms a los alumnos, para conocer su percepción sobre la experiencia de aprendizaje del contenido matemático con el uso de las HD GeoGebra y Excel.

#### **9.4 Enfoque y tipo de investigación.**

El presente trabajo cuenta con un enfoque cualitativo que, a través de su diseño experimental y su propósito aplicado, pretende desarrollar una propuesta de trabajo áulico buscando incidir en la adquisición de conocimientos utilizando HD con el respaldo teórico planteado en los modelos pedagógicos SAMR y TPACK en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de Pensamiento Variacional en el espacio curricular de Matemáticas en cuarto año de Secundaria de la Casa Salesiana Deán Funes.

#### **9.5 Procedimientos.**

La investigación se desarrolló en cuatro fases, las que se describen a continuación:

##### **9.5.1 Fase 1 – Entrevista 1**

Entrevista 1 a todos los docentes de Matemáticas del nivel Secundario

A través de las entrevistas se indagó respecto a la experiencia con la que cuentan los cuatro docentes sobre el uso de las HD, quienes llevan adelante las clases del espacio curricular Matemáticas en los distintos años de Secundaria. Tres de las mismas se llevaron a cabo de manera presencial y una de manera remota. La entrevista constó de 13 preguntas abiertas. La información recabada se utilizó para el diagnóstico y la justificación desarrollados anteriormente.

Las entrevistas se centraron en tres ejes que permiten el desarrollo e implementación de la propuesta.

- Recurso material (Internet, equipamiento disponible): las preguntas permitieron conocer la disponibilidad de Internet, campus virtual, computadoras de la institución o particulares, ancho de banda, salas específicas.
- Conocimiento y uso sobre las HD: con la entrevista se indagó acerca de la apropiación de los docentes con respecto al uso de las HD. Si bien con la pandemia su uso se hizo obligatorio, en palabras de los docentes, se pretende conocer la predisposición que manifiestan en detrimento de una clase tradicional y si su capacitación al respecto fue forzosa por la crisis sanitaria, si fueron autodidactas, etc.
- Conocimiento matemático (contenidos, problemas de aprendizaje, diseño curricular) se relevó qué contenidos en dichos del docente son los propicios para la implementación de esta propuesta didáctica con HD.

### 9.5.2 Fase 2 – Entrevista 2

Entrevista 2 a la docente con la que efectivamente se lleva a cabo la implementación de la propuesta, a cargo de cuarto año del nivel Secundario.

Para seleccionar el curso para el cual se desarrollará la secuencia didáctica con implementación de HD, se consideró cómo distribuyen los temas a lo largo del año cada docente según su planificación. Dado que 4to año de Secundaria es el nivel que primero aborda los contenidos de Pensamiento Variacional, se eligió dicho curso para desarrollar la secuencia didáctica modelo (Ministerio de Educación de la Provincia del Chubut, 2015; Consejo Federal de Educación, 2012).

Según lo indicado por la docente, se espera que los contenidos asociados a Pensamiento Variacional se dicten estimativamente en el mes de mayo. Durante el mismo, la investigadora acompañará el dictado de las clases, asistiendo a la docente y a los alumnos en el uso de las HD y resolviendo in situ posibles inconvenientes que pudieran surgir.

Previamente se analizará la secuencia didáctica que utiliza actualmente la docente para el tema seleccionado, implementada el año pasado con el mismo año de Secundaria; y se incorporarán las HD según la información que obtenga la docente durante la etapa diagnóstica con sus alumnos.

Se considerarán también las que utiliza la docente habitualmente en el dictado de sus clases y aquellas HD que resulten apropiadas para el diseño de actividades desafiantes y significativas.

Tanto las actividades planteadas y la incorporación de HD buscan que el estudiante manipule y explore información del problema, interprete e (inter)relacione información de los distintos registros (coloquial, tabular, algebraico y gráfico) para apropiarse de los contenidos.

En una reunión presencial que se estableció con la docente a cargo de 4to año, se observó en conjunto el material utilizado para el desarrollo del tema Pensamiento Variacional. La docente trabaja con material del programa Gen Técnico para 9no y 10mo año (correspondiente a 3ro y 4to año del sistema educativo argentino. Gen Técnico utiliza esa denominación ya que el mismo se aplica en otros países de Latinoamérica) de manera adicional al material sobre funciones y función lineal desarrollados por ella misma.

Tanto la fase uno como la fase dos permitieron dar cumplimiento a los cuatro primeros objetivos específicos planteados para el desarrollo de la presente investigación.

### 9.5.3 Fase 3 – Material diseñado y seleccionado

Diseño de la secuencia didáctica a partir de las actividades previamente trabajadas por la docente a cargo del grupo, enriquecidas con la propuesta de incorporación de HD, seleccionadas de manera conjunta entre la docente y la investigadora, en el marco de los modelos teóricos SAMR y TPACK, con el objetivo de potenciar los aprendizajes.

A partir del marco teórico previamente establecido, se procedió al diseño y selección de una guía de trabajo y material anexo, fundamentados en los modelos pedagógicos SAMR y TPACK, para abordar el eje temático de Pensamiento Variacional en el área de Matemáticas. Con el propósito de favorecer la incorporación significativa de HD, la investigadora elaboró manuales específicos para el uso de Excel y GeoGebra, orientados a introducir progresivamente a los estudiantes en el manejo de estas aplicaciones como soporte para las actividades propuestas.

En el caso de Excel, se desarrolló un manual que abordó desde los aspectos básicos —como el acceso a la HD, la estructura de la hoja de cálculo (filas, columnas, celdas) y la edición de contenido— hasta la creación de tablas de valores con fórmulas, la personalización de formatos numéricos (incluidos decimales), y la construcción de gráficos. También se incluyó la configuración de títulos, ejes, leyendas, escalas, colores, el nombramiento de hojas y archivos, y su posterior exportación para compartir con la docente. Las actividades asociadas se centraron en situaciones que no podrían haberse abordado de manera tradicional (es decir, con papel y lápiz), debido a la complejidad de los valores, el uso de decimales o escalas amplias.

Asimismo, se diseñó un manual para el uso de GeoGebra, que contempló tanto el acceso desde la versión web como desde la aplicación móvil. Se exploraron sus secciones Álgebra, Herramientas

y Tablas, el planteo de ecuaciones de rectas, la personalización de funciones, la ubicación de puntos sobre la gráfica, la generación de tablas de valores y la utilización de deslizadores; todo en función de una integración significativa al proceso de enseñanza-aprendizaje.

La finalidad de estos materiales fue brindar a los estudiantes una introducción guiada al uso de HD, dado que, al momento de la implementación, no contaban con los conocimientos previos necesarios para utilizarlas de manera autónoma. A partir de esta formación inicial, se buscó que los estudiantes pudieran emplear las HD como apoyo en la resolución de las actividades propuestas por la docente, tanto las diseñadas específicamente para la secuencia como las seleccionadas por ella del repositorio Gen Técnico: sumado a que el programa es consistente con el espíritu del proyecto educativo, la docente llevó a cabo una selección criteriosa de los contenidos a utilizar. El formato de las actividades del repositorio consta de una serie de diez actividades organizadas de menor a mayor complejidad, presentadas en forma de problemas acompañados por preguntas orientadoras que facilitan la comprensión del Pensamiento Variacional. A continuación, y a modo de ejemplo, se incorpora en la Figura 4 una de las actividades que los alumnos tuvieron que completar con el uso de las HD.

### ACTIVIDAD 3

#### Llenado de recipientes cilíndricos. Parte 1<sup>1</sup>

Las siguientes tablas numéricas muestran los datos de la altura de un líquido durante el llenado de dos recipientes cilíndricos con las mismas dimensiones.

Recipiente A		Recipiente B	
Tiempo en segundos	Altura en cm	Tiempo en segundos	Altura en cm
1	3.3	1	1.8
2	4.6	2	3.6
3	5.9	3	5.4
4	7.2	4	7.2
5		5	
6		6	

*Nota:* Las tablas son modificadas de Caballero-Pérez y Moreno-Durazo (2017).

1. Si ambos recipientes miden 15 cm de alto, ¿Cuál de los dos se llenará primero?
  - a. El recipiente A se llenará primero que el recipiente B.
  - b. El recipiente B se llenará primero que el recipiente A.
  - c. Los dos recipientes se llenan al mismo tiempo.

*Figura 4. Ejemplo de una de las actividades seleccionadas.*

*Fuente:* Batería de Actividades para estudiantes – Variacional para 10mo año - Gen Técnico.

#### 9.5.4 Fase 4 – Implementación de la secuencia.

Paso 1: Pretest

Paso 2: Puesta en escena de la secuencia

Paso 3: Postest

Paso 4: Encuesta final a los alumnos sobre la experiencia.

El primer encuentro tuvo lugar el día martes 23 de abril de 2024 y comenzó con una conversación entre las docentes y los alumnos. El objetivo fue generar un primer acercamiento, indagar sobre sus expectativas, y reconocer fortalezas y debilidades que los propios estudiantes perciben respecto al uso de HD en las clases de Matemáticas. Posteriormente, se les informó sobre los contenidos que se abordarían, las fechas estimadas y la modalidad de trabajo.

Paso 1: Primer encuentro e implementación del pretest.

Durante este mismo encuentro, se aplicó un pretest como instrumento de recolección de datos a los dos grupos participantes: el grupo de control y el grupo experimental. Este cuestionario, diseñado en la plataforma Roberto Roca de Gen Técnico, consistió en cinco preguntas cerradas de selección múltiple. Su finalidad fue evaluar los conocimientos previos de los estudiantes sobre el Pensamiento Variacional, de acuerdo con los lineamientos curriculares del área de Matemáticas.

El pretest se resolvió de manera individual, y al finalizar, los estudiantes obtuvieron una calificación numérica. Se les explicó que esta nota serviría como insumo para comparar con la nota obtenida en el postest, con el fin de evaluar la efectividad de la propuesta didáctica basada en el uso de HD.

Paso 2: Implementación de la propuesta didáctica con HD.

A partir del análisis inicial, se diseñó una secuencia didáctica centrada en el Pensamiento Variacional, haciendo uso pedagógico de HD, en particular GeoGebra y Excel, para enseñar funciones con comportamiento lineal, en continuidad al temario planteado por la docente a cargo. La misma se aplicó al grupo experimental seleccionado, con el propósito de verificar si la misma contribuía, apoyaba y fortalecía el proceso de aprendizaje.

El diseño de esta propuesta se apoyó en los modelos TPACK y SAMR, que brindaron un marco teórico para integrar la tecnología de manera significativa. Aunque el foco principal del trabajo no fue analizar estos modelos, su inclusión permitió estructurar la implementación de modo que la tecnología se articulase con los contenidos disciplinares y las estrategias pedagógicas.

Desde TPACK, la propuesta abordó sus tres dimensiones fundamentales: conocimiento pedagógico, disciplinar y tecnológico. Por su parte, el modelo SAMR permitió ubicar la propuesta en los niveles de modificación y redefinición, ya que el uso de HD no se limitó a reemplazar

recursos tradicionales, sino que modificó la dinámica del aula, promoviendo un entorno de aprendizaje activo, exploratorio y participativo.

El objetivo general fue mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos vinculados al Pensamiento Variacional, generando motivación en los estudiantes mediante una propuesta innovadora. Esta respondió a necesidades detectadas en entrevistas con los docentes de la institución, sin centrarse en ningún momento en que los alumnos se especialicen en el uso de las HD propuestas, sino familiarizarse con ella y orientar su uso a los contenidos indicados por la docente.

La secuencia didáctica se llevó a cabo durante cuatro semanas de clases presenciales, integrando las distintas HD. En la primera semana se trabajó con Excel, iniciando con una introducción general sobre cómo acceder y utilizar la HD. Se propusieron actividades simples para adquirir las habilidades básicas necesarias, lo que permitió avanzar progresivamente hacia ejercicios más complejos vinculados con funciones, tomados y adaptados de propuestas de la docente a cargo y del programa Gen Técnico. En la segunda semana se profundizó en el uso de Excel para graficar funciones, incluyendo también el proceso de exportación de las producciones para su posterior entrega, integrando así habilidades digitales con contenidos matemáticos.

Durante la tercera semana se incorporó GeoGebra, comenzando con una exploración inicial sobre cómo acceder a la aplicación, sus principales componentes y una comparación con Excel para evitar confusiones. A partir de allí, se trabajó con actividades orientadas al cambio de registro entre representaciones gráficas, expresiones algebraicas y tablas, promoviendo una comprensión más profunda del concepto de función. En la cuarta semana se introdujo el uso de deslizadores en GeoGebra, opción que favoreció una interacción dinámica con los gráficos y permitió avanzar en el desarrollo del Pensamiento Variacional. En cada semana, la estructura fue similar: primero una introducción breve pero clara guiada a la HD, luego una actividad práctica inicial para familiarizarse con su uso, y finalmente las actividades centrales del programa, ajustadas a las capacidades de los alumnos.

Con el fin de evitar que el manejo técnico de las HD se transformara en un obstáculo pedagógico, las actividades fueron diseñadas con dificultad progresiva y presentadas en el aula mediante proyector, además de estar disponibles en el campus virtual junto con guías, consignas e instructivos. La investigadora elaboró un manual de uso para cada HD, que puede verse en el Anexo. Todas las consignas incluían objetivos e instrucciones claras, y se trabajaron en distintas modalidades (individual, en parejas o grupos), fomentando la colaboración, la participación activa y el desarrollo de competencias como la comunicación, el razonamiento y la resolución de problemas. Las docentes acompañaron constantemente a los alumnos, brindando apoyo y seguimiento durante toda la implementación.

### Paso 3: Postest

Luego de finalizada la intervención, se aplicó un postest a ambos grupos con el objetivo de evaluar los aprendizajes adquiridos. Este instrumento fue idéntico al pretest en su estructura y cantidad de preguntas, y se aplicó de la misma forma.

Se les recordó a los estudiantes que no se trataba de una evaluación calificadora, sino de un instrumento para valorar su progreso en los conocimientos sobre el Pensamiento Variacional y para evaluar la efectividad de la propuesta didáctica.

### Paso 4: Encuesta final

Como última instancia, se diseñó y aplicó una encuesta final mediante Google Forms. Su objetivo tampoco fue evaluativo, sino recoger la opinión de los estudiantes sobre la intervención.

Esta encuesta permitió conocer el nivel de aceptación, percepción de utilidad y grado de motivación que generó la propuesta. Esta información es fundamental tanto para la investigadora como para la docente a cargo, ya que permite identificar aciertos y posibles mejoras en la implementación de propuestas similares, contribuyendo a incrementar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La encuesta fue respondida por la totalidad del grupo experimental, y los resultados se presentan en el apartado siguiente.

Si bien la propuesta fue diseñada e implementada específicamente con estudiantes de 4to año del nivel Secundario, su estructura y enfoque permiten su adaptación a los distintos niveles de la escolaridad Secundaria, desde 1ro hasta 7mo año. El uso de HD como Excel o GeoGebra, integradas en el marco de los modelos pedagógicos SAMR y TPACK, favorece la flexibilidad didáctica, ya que permite ajustar el grado de complejidad de las actividades en función de los conocimientos previos y habilidades propias de cada etapa educativa. Por ejemplo, en los primeros años, el empleo de Excel puede limitarse al registro de datos en tablas y la simple sustitución de valores (modo sustitución del modelo SAMR), mientras que en los niveles superiores se puede avanzar hacia tareas que implican la elaboración, análisis y comparación de gráficos de funciones lineales, cuadráticas o exponenciales, promoviendo así un uso más transformador de la herramienta según el modelo.

En este sentido, la propuesta no se limita a una secuencia cerrada, sino que se configura como un modelo escalable y adaptable, que puede ser implementado de forma progresiva a lo largo de toda la trayectoria escolar. La inclusión de actividades basadas en el análisis gráfico, la interpretación de datos y la resolución de problemas mediante HD, permite trabajar contenidos transversales como el Pensamiento Variacional desde distintos niveles de profundidad. De este modo, se contribuye a la construcción de aprendizajes significativos y al desarrollo de competencias

digitales, respetando los ritmos y niveles de apropiación convenientes de cada etapa del ciclo secundario.

Cabe destacar que, si bien la implementación se realizó en 4to año, se utilizó Gen Técnico, una plataforma empleada institucionalmente en todos los niveles del colegio, con el mismo tipo de formato y estructura de trabajo. Asimismo, se recurrió a las mismas HD y con los mismos dispositivos disponibles, lo que refuerza la viabilidad de replicar o adaptar la propuesta en los diferentes años. El contenido abordado —el Pensamiento Variacional aplicado a funciones— es transversal en el diseño curricular de Matemáticas, lo que justifica su tratamiento en distintos momentos de la escolaridad.

## 9.6 Resultados.

### 9.6.1 Entrevista 1.

Coincidencias entre docentes sobre la implementación de HD: De las entrevistas realizadas, se desprenden varias coincidencias entre los docentes respecto al uso de HD en la enseñanza de Matemáticas. Todos reconocen el potencial pedagógico de las HD para enriquecer las clases y favorecer aprendizajes más significativos, especialmente en contenidos como geometría, funciones y estadística. Asimismo, coinciden en que las condiciones institucionales limitan su implementación, mencionando la falta de infraestructura adecuada (enchufes, conexión a internet, proyectores, laboratorios informáticos). También comparten la percepción de que el tiempo disponible para planificar e implementar actividades digitales es escaso, especialmente considerando clases de 80 minutos con grupos numerosos. En relación con los estudiantes, todos señalan que, si bien los dispositivos móviles están presentes en el aula y generan interés, su uso con fines educativos presenta obstáculos como la distracción, la falta de almacenamiento en los celulares y la imposibilidad de garantizar conectividad o acceso a datos móviles. Finalmente, todos coinciden en que la motivación de los alumnos mejora una vez que se familiarizan con el uso escolar de las HD.

Disidencias entre docentes respecto al uso de HD: A pesar de los acuerdos generales, las entrevistas también revelan algunas disidencias importantes. Por ejemplo, una docente expresa no sentirse capacitada para implementar actividades con HD y considera más relevante trabajar la motricidad fina mediante el trazado manual de gráficos, lo que contrasta con otros docentes que valoran el uso de HD como GeoGebra. También hay diferencias en torno a la responsabilidad de que los alumnos lleven sus propios dispositivos: mientras algunos consideran inviable exigir computadoras en el ciclo básico por cuestiones logísticas y de seguridad; otros, especialmente quienes trabajan con cursos superiores, creen posible organizar actividades grupales si se cuenta con al menos una computadora por grupo. Finalmente, las opiniones sobre cuándo incorporar HD en la secuencia didáctica también difieren: algunos docentes prefieren utilizarlas al inicio de un

tema para presentarlo de manera visual, mientras que otros consideran más adecuado su uso al final, como instancia de cierre o profundización. Estas diferencias evidencian la necesidad de acompañar a los docentes con propuestas formativas contextualizadas que les permitan integrar gradualmente las HD según su realidad y estilo de enseñanza.

### 9.6.2 Entrevista 2.

La elección de 4to año para la implementación de la secuencia didáctica con HD se fundamentó en criterios pedagógicos y organizativos relevados durante la entrevista con la docente a cargo. Según su planificación anual, es en este curso donde se abordan por primera vez los contenidos vinculados al Pensamiento Variacional, lo que lo convierte en un momento propicio para introducir propuestas innovadoras que articulen registros tabulares, gráficos, algebraicos y coloquiales mediante el uso de tecnologías. Además, la docente estimó que estos contenidos se trabajarían durante el mes de mayo, lo que permitió planificar un acompañamiento presencial de la investigadora durante las clases, facilitando así la asistencia directa en el uso de HD y la adaptación de las actividades en función de las respuestas del grupo.

Otro aspecto relevante fue que la docente ya utilizaba material del programa Gen Técnico para 9no y 10mo año (equivalentes a 3ro y 4to año del sistema argentino), lo cual garantizó una base común de trabajo. Esta continuidad metodológica, sumada al hecho de que el mismo tipo de materiales y recursos se emplean en distintos niveles, refuerza la idea de que la propuesta diseñada puede adaptarse a otros años del ciclo secundario. Sin embargo, se optó por comenzar en 4to por ser el primer curso en el que el Pensamiento Variacional se aborda de manera sistemática y explícita, según el Diseño Curricular y la organización interna de la institución.

### 9.6.3 Pretest y postest

Los resultados obtenidos evidencian una mejora en el rendimiento de los estudiantes, tanto en el grupo control como en el experimental. En el caso del grupo que no utilizó HD, el porcentaje de estudiantes que aprobaron aumentó del 48% en el pretest al 72% en el postest en los contenidos de 9no año y del 73% al 79% respectivamente en los contenidos de 10mo año, lo que indica un progreso significativo.

Sin embargo, el grupo que trabajó con HD mostró una mejora aún más destacada: en 9no año, el porcentaje de aprobación pasó del 63% en el pretest al 97% en el postest, y en 10mo año, del 64% al 99%, respectivamente.

Esta diferencia sugiere que la incorporación de HD tuvo un efecto positivo en la comprensión de los contenidos, favoreciendo no solo el aprendizaje, sino también una mayor familiaridad con las consignas y una mejor disposición para resolverlas. En este sentido, se observa que el uso de

tecnologías no solo acompañó el proceso, sino que potenció la comprensión del Pensamiento Variacional y facilitó una participación más activa y significativa por parte de los estudiantes.

#### 9.6.4 Encuesta final

Familiarización con el uso de HD

¿Qué tan familiarizado/a te sentías con el uso de tecnologías como Internet, teléfono celular y computadora en el proceso de aprendizaje de geometría dinámica?

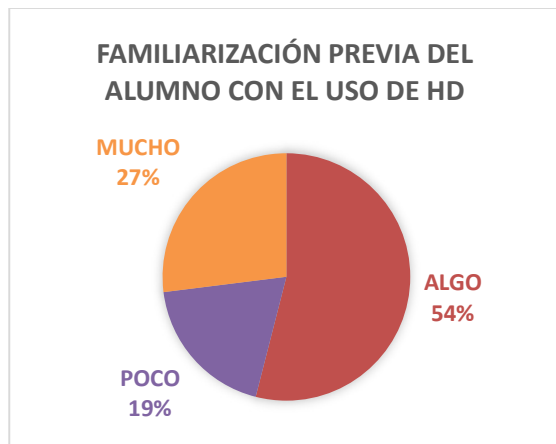


Figura 5. Distribución porcentual de las respuestas sobre familiarización previa.

Nota: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta.

¿Qué tan familiarizado/a te sentís ahora con el uso de tecnologías como Internet, teléfono celular y computadora en el proceso de aprendizaje de geometría dinámica?

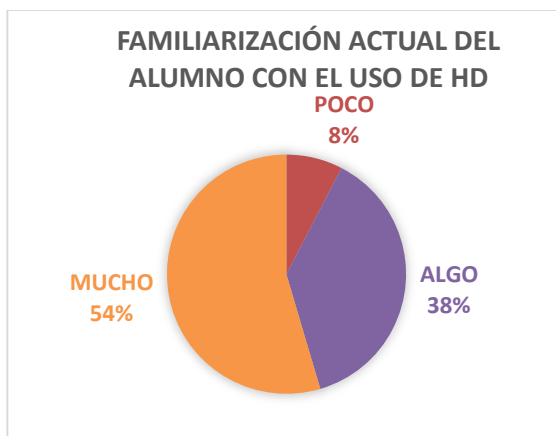


Figura 6. Distribución porcentual de las respuestas sobre familiarización actual

Nota: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta.

Los resultados evidencian un progreso significativo en la familiarización de los estudiantes con el uso de HD aplicadas. Al inicio de la propuesta, predominaba un nivel intermedio de

familiaridad (54%), con un 27% que se consideraba muy familiarizado y un 19% con poca familiaridad. Sin embargo, al finalizar la experiencia, el porcentaje de estudiantes que se identificó como “muy” familiarizado se duplicó, alcanzando el 54%, mientras que el grupo con “poca” familiaridad se redujo considerablemente (8%). Este cambio sugiere que el trabajo sistemático con tecnologías a lo largo de la secuencia didáctica no solo facilitó el acceso a los contenidos, sino que también fortaleció la confianza y autonomía de los estudiantes en el uso de estas HD, contribuyendo así al desarrollo de competencias digitales significativas para su formación.

#### Dificultades en el uso de Excel

¿Tuviste problemas o dificultades al utilizar Excel durante la clase de aprendizaje? ¿Qué problemas y aspectos les resultaron más complicados de manejar?

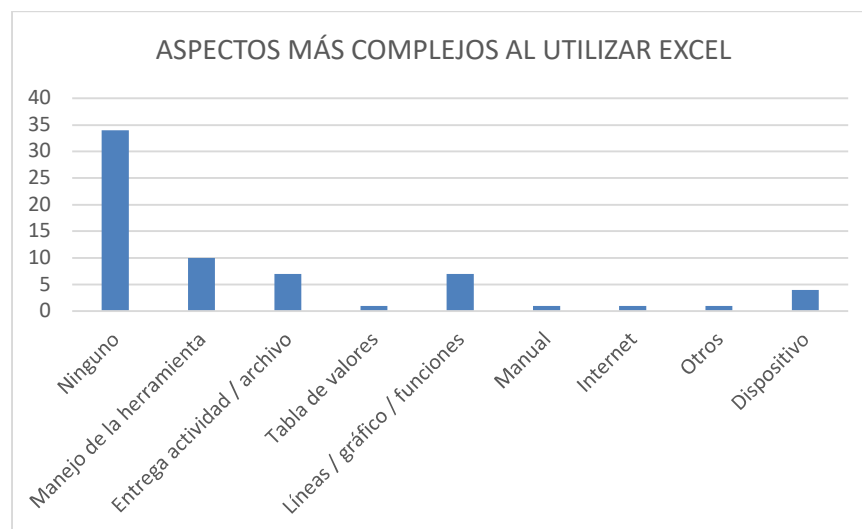


Figura 7. Aspectos más complejos al utilizar Excel.

Nota: Elaboración propia.

Respecto al uso de Excel, la mayoría de los estudiantes (aproximadamente 35 respuestas) manifestó no haber tenido dificultades. Sin embargo, entre quienes sí enfrentaron obstáculos, los aspectos más señalados fueron el manejo general de la HD, la entrega de actividades/archivos y el trabajo con tablas de valores. También se mencionaron, aunque en menor medida, las dificultades con la creación de gráficos y funciones, así como con el acceso a manuales o el uso de dispositivos. Estos datos indican que, si bien Excel no representó una barrera significativa para la mayoría, sigue habiendo aspectos técnicos que requieren acompañamiento específico para garantizar una experiencia fluida y provechosa en el aula.

#### Dificultades en el uso de GeoGebra

¿Tuviste problemas o dificultades al utilizar GeoGebra durante la clase de aprendizaje? ¿Qué problemas y aspectos les resultaron más complicados de manejar?

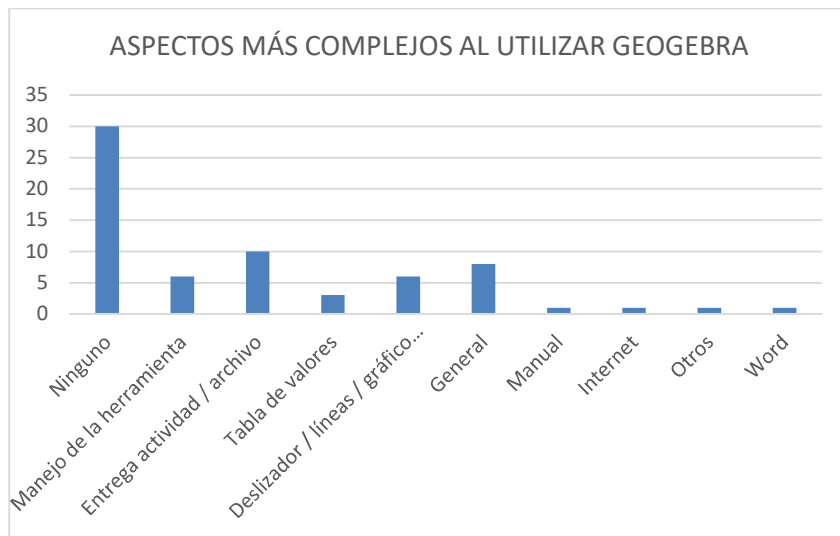


Figura 8. Aspectos más complejos al utilizar GeoGebra.

Nota: Elaboración propia.

En cuanto al uso de GeoGebra, el panorama es similar al de Excel: la mayoría de los estudiantes no reportó dificultades significativas, lo cual habla positivamente del diseño de las actividades y del enfoque progresivo adoptado en su implementación. Entre los aspectos que sí presentaron obstáculos se encuentran el manejo general de la HD, la entrega de archivos, el uso de tablas de valores y funciones, y en algunos casos, el trabajo con deslizadores. Al igual que con Excel, aunque la mayoría de los estudiantes logró desenvolverse sin mayores problemas, se hace evidente la necesidad de continuar fortaleciendo el acompañamiento en el uso técnico de este tipo de herramientas, especialmente en las etapas iniciales.

Los resultados obtenidos permiten evidenciar no solo una mejora en el dominio técnico de las HD por parte de los estudiantes, sino también un proceso de apropiación pedagógica de las mismas. En términos del modelo TPACK, se observa una integración efectiva del conocimiento tecnológico con el conocimiento pedagógico y disciplinar, ya que las HD no se usaron de manera aislada, sino en función de los objetivos de aprendizaje vinculados al Pensamiento Variacional. Por su parte, desde el enfoque SAMR, la propuesta se sitúa mayormente en los niveles de modificación y, en algunos casos, redefinición, al permitir experiencias de aprendizaje que no hubieran sido posibles sin el uso de HD como GeoGebra y Excel. Esto se traduce en una enseñanza más significativa, donde los estudiantes no solo resuelven problemas matemáticos, sino que comprenden los conceptos en profundidad a través de la exploración, la representación dinámica y la toma de decisiones fundamentadas, promoviendo así un aprendizaje activo y contextualizado.

De lo anterior, se puede afirmar que el resultado positivo de la implementación de la guía fue corroborado a partir de los resultados del postest, en los cuales los estudiantes del grupo experimental evidenciaron avances significativos en la adquisición de conocimientos, tras la realización de las actividades diseñadas conforme a los modelos SAMR y TPACK. La valoración del impacto de la incorporación de HD en la estrategia de enseñanza-aprendizaje se llevó a cabo mediante la comparación entre los resultados del pretest y del postest. Esta comparación permitió constatar una mejora en los aprendizajes, reflejada en las calificaciones obtenidas por el grupo experimental en relación con los resultados del grupo de control.

Finalmente, los datos recabados permitieron demostrar el impacto positivo del uso de HD, articuladas con los modelos pedagógicos SAMR y TPACK, en el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema Pensamiento Variacional, en el espacio curricular de Matemáticas, con estudiantes de 4to año de nivel secundario de la Casa Salesiana Deán Funes. A partir de las pruebas aplicadas, se evidenció la importancia de las HD en el diseño de estrategias didácticas que favorecen el aprendizaje matemático, ya que se observó un leve pero significativo avance en el grupo experimental respecto del grupo de control. En este sentido, se asume que el uso adecuado de enfoques pedagógicos como SAMR y TPACK, junto con HD como Excel y GeoGebra, favorece el desarrollo de capacidades vinculadas a la resolución de problemas y al pensamiento lógico en los estudiantes.

## 10. CONCLUSIONES

A partir de las entrevistas realizadas a los docentes del área de Matemáticas, se identificaron diversas problemáticas de aprendizaje que atraviesan a los estudiantes de 1ro a 7mo año. En los primeros años del ciclo básico, se destaca que muchos alumnos presentan dificultades en la lectura y representación de gráficos, en la comprensión del lenguaje algebraico y en el establecimiento de relaciones funcionales básicas. Estas dificultades tienden a profundizarse cuando no se consolida el uso del lenguaje simbólico y gráfico como herramienta para modelizar situaciones. Además, los docentes señalaron una escasa motricidad fina en varios estudiantes, lo cual afecta el trazado de gráficos y limita el trabajo tradicional con lápiz y papel, especialmente en tareas que requieren precisión. Esta situación se agrava ante la falta de hábitos de estudio autónomo y las dificultades para sostener la atención durante las clases.

En los años superiores, los problemas se vinculan más estrechamente con la abstracción de conceptos como funciones cuadráticas, racionales, exponenciales y logarítmicas, así como con el análisis de sistemas de ecuaciones y la interpretación de modelos matemáticos complejos. Los docentes observaron que muchos estudiantes no logran establecer conexiones entre distintos tipos de funciones ni visualizar su comportamiento en diversos contextos. También se mencionaron dificultades en el uso de tecnologías como GeoGebra o planillas de cálculo, ya sea por falta de conocimientos previos o por limitaciones en el acceso a dispositivos y conectividad. Esta situación repercute directamente en el abordaje del Pensamiento Variacional, el cual, si bien resulta clave para integrar y profundizar conocimientos, exige un dominio fluido de representaciones gráficas, simbólicas y tabulares. A lo largo de toda la trayectoria escolar, se identifican además obstáculos relacionados con la escasa contextualización de los contenidos y con la falta de sentido que muchos estudiantes atribuyen a las matemáticas escolares, lo que afecta negativamente su motivación y compromiso con el aprendizaje.

En cuanto al uso de HD en la Casa Salesiana Deán Funes, el análisis de las entrevistas evidencia un panorama limitado y desigual, condicionado por factores institucionales, pedagógicos y tecnológicos. Aunque todos los docentes manifestaron interés en incorporar HD para enriquecer la enseñanza y favorecer aprendizajes significativos, su aplicación concreta varía según el año, el grupo de estudiantes y las condiciones materiales disponibles. Las principales dificultades mencionadas incluyen la falta de infraestructura adecuada (conectividad, enchufes, dispositivos), el escaso tiempo disponible para planificar e implementar actividades digitales en grupos numerosos, y la percepción de que muchos estudiantes no cuentan con los conocimientos técnicos básicos para un uso eficaz de las herramientas. A esto se suma la escasa formación docente específica en el área, lo que limita aún más la frecuencia y profundidad de su implementación.

A pesar de estas restricciones, los docentes han desarrollado algunas experiencias puntuales, como el uso compartido de computadoras en cursos superiores o el aprovechamiento del Aula Magna para actividades específicas. Estas iniciativas, aunque aisladas, reflejan una disposición favorable hacia el uso pedagógico de las HD y un reconocimiento de su potencial para dinamizar las clases. En este sentido, el estado actual podría caracterizarse como incipiente, con intentos dispersos, pero con proyecciones de crecimiento, especialmente si se fortalecen las condiciones institucionales y se promueve la capacitación continua. Cabe destacar que los docentes han mostrado predisposición hacia la formación, participando del proyecto Gen Técnico y llevándolo a la práctica en años consecutivos, con experiencias puntuales de uso del campus virtual de la plataforma.

Respecto a los contenidos considerados propicios para trabajar con HD, los docentes señalaron principalmente funciones, geometría y estadística, ya que las HD permiten representar ideas abstractas de forma visual, analizar datos y facilitar el pasaje entre diferentes representaciones. También se valoró su potencial para explorar la variación, modelizar fenómenos reales y establecer relaciones funcionales entre variables, en línea con el enfoque del Pensamiento Variacional propuesto en el diseño curricular. Sin embargo, los docentes subrayaron que el uso de HD debe ser planificado, con criterios didácticos claros y una intención pedagógica bien definida. Algunos las consideran útiles para introducir nuevos temas, mientras que otros prefieren utilizarlas en instancias de síntesis, refuerzo o evaluación. En todos los casos, se coincide en que estas HD deben estar al servicio del aprendizaje, y no al revés.

En este marco, se diseñó e implementó una secuencia didáctica centrada en el Pensamiento Variacional y el uso de HD, con el objetivo de explorar su viabilidad en un contexto con recursos limitados. La propuesta incluyó actividades de exploración con GeoGebra y planillas de cálculo tipo Excel, guiadas por consignas orientadoras que favorecieron la interpretación de gráficos, la identificación de relaciones funcionales y la articulación entre distintas representaciones. Los resultados del postest mostraron una mejora significativa respecto del pretest, especialmente en la lectura de gráficos y en la comparación de situaciones de cambio. Esta mejora también fue reflejada en la encuesta final, en la cual los estudiantes valoraron positivamente el uso de HD por su carácter visual, interactivo y motivador. Se concluye, entonces, que la propuesta fue viable, ya que pudo ser llevada a cabo de manera efectiva en el contexto previsto. Además, los resultados obtenidos evidencian un impacto positivo en los aprendizajes de los estudiantes.

La experiencia permitió delinear algunos criterios clave para futuros diseños didácticos que incorporen HD: elegir plataformas accesibles y conocidas (como GeoGebra o Excel), priorizar actividades que promuevan la exploración guiada y el descubrimiento, y fomentar el trabajo colaborativo para optimizar los recursos disponibles. Asimismo, se observó que la intervención activa del docente durante las actividades fue esencial para orientar el análisis matemático y evitar

un uso superficial de las HD. En síntesis, la incorporación de HD puede enriquecer sustancialmente la enseñanza de las Matemáticas si se vincula a una planificación cuidadosa, intenciones claras y una adaptación realista a las condiciones del aula, favoreciendo aprendizajes más profundos y significativos para los estudiantes.

Finalmente, cabe destacar que la secuencia diseñada posee un alto grado de transferibilidad y adaptabilidad, lo que la convierte en una herramienta valiosa para otros docentes, cursos o temáticas. Su estructura flexible, basada en el uso de HD accesibles y en enfoques pedagógicos escalables, permite ajustar tanto la complejidad de las actividades como el grado de intervención docente, según el nivel educativo, la edad de los estudiantes y sus conocimientos previos. Además, el manual de implementación puede ser fácilmente modificado sin alterar la esencia de la propuesta, ya que las HD están al servicio del contenido y de los propósitos didácticos, y no al revés. Esta característica facilita la inclusión, al permitir ajustes según los dispositivos disponibles, las necesidades específicas del alumnado (por ejemplo, a través de etiquetas, traducciones o apoyos visuales y auditivos) y los tiempos requeridos para la apropiación de las HD. Así, se garantiza que la carga cognitiva asociada al uso de tecnología no interfiera con el aprendizaje matemático, sino que lo potencie mediante una experiencia interactiva, colaborativa y significativa.

El análisis realizado a partir de las entrevistas con docentes del área de Matemáticas de la Casa Salesiana Deán Funes permitió relevar con claridad los principales desafíos que enfrentan los estudiantes a lo largo de su trayectoria escolar, así como las posibilidades y limitaciones actuales en relación con el uso de HD. Las dificultades detectadas —desde la escasa motricidad fina y la falta de hábitos de estudio en los primeros años, hasta los obstáculos en la abstracción, la vinculación entre representaciones y el uso de tecnologías en los niveles superiores— ponen en evidencia la necesidad de repensar las estrategias didácticas para lograr una enseñanza más accesible, contextualizada y significativa.

En este sentido, las HD emergen como una oportunidad valiosa para enriquecer las clases, favorecer la comprensión conceptual y promover el Pensamiento Variacional. Sin embargo, su incorporación no puede ser improvisada ni descontextualizada: requiere planificación, formación docente y condiciones institucionales que habiliten su uso sostenido. La experiencia concreta de implementación de una secuencia didáctica mostró que, aún en contextos con recursos limitados, es posible diseñar propuestas desafiantes y efectivas si se articulan intencionalidades pedagógicas claras con el uso estratégico de tecnologías accesibles.

Por lo tanto, resulta imprescindible avanzar en políticas escolares que garanticen el acceso equitativo a recursos tecnológicos, junto con instancias de acompañamiento y capacitación continua para los docentes. Solo así será posible consolidar prácticas de enseñanza que no solo



integren HD como complemento, sino que las conviertan en aliadas para promover aprendizajes más profundos, autónomos y conectados con la realidad de los estudiantes.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Adell, J. y Castañeda, L. (2012) Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? en Hernández, Pennesi, Sobrino y Vázquez, Tendencias emergentes en educ. con TIC. Ed. Espiral.

Almendro García, J. L. (2014) Utilización de la hoja de cálculo Excel como recurso didáctico para facilitar el aprendizaje de matemáticas de 3ro de ESO (Trabajo fin de máster, Universidad Internacional de la Rioja, Facultad de Educación). Madrid.

Alvites-Huamaní, C. (2017) Herramientas TIC en el aprendizaje en el área de Matemática: Caso Escuela PopUp, Piura-Perú. Hamut'ay. vol. 4, número 1, pp. 18-30. <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v4i1.1393>

Area, M. (2001, N° 61) Usos y prácticas con medios y materiales en el contexto escolar: de la cultura impresa a la cultura digital. Revista Kikiriki. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/17162>

Area, M. (2017) La metamorfosis digital del material didáctico tras el paréntesis Gutenberg. Revista Relatec. <https://relatec.unex.es/article/view/3083>

Arroyo-Arroyo, M.B. y Yáñez-Rodríguez, M.A. (2020) Propuesta de herramientas TIC para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática. Revista Polo del Conocimiento, volumen 5, número 12, pp. 574-589. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8042549>

Bárcena Pascual, M. Á. (2019) Uso de Excel para la enseñanza de Matemáticas en Bachillerato y talleres de inicio a la programación [Trabajo Fin de Máster, Universidad de Burgos]. Repositorio Institucional de la Universidad de Burgos. <https://riubu.ubu.es/handle/10259/5465>

Basto, L. Y. (2017). Influencia de la implementación de TICs en el proceso de enseñanza aprendizaje del pensamiento variacional en estudiantes de grado noveno del Instituto Integrado de Enseñanza Media Comercial San José de Suaita. [Proyecto de investigación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/14357>

Bermeo Carrasco, O. A. (2017). Influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de graficar funciones reales en estudiantes del primer ciclo de la Universidad Nacional de Ingeniería – 2016 [Tesis doctoral, Univ. César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/5190>

Bermúdez Jaimés, O. (2019) El uso de las TIC como estrategia lúdico-pedagógica para promover el aprendizaje de los números racionales con estudiantes de secundaria [Proyecto de investigación] <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/26842>

Bravo-López, J., Canda-Mena, A., & Hernández-Barrios, M. (2023). Programa Excel como recurso didáctico y su incidencia en el aprendizaje del contenido: gráfica de función de primer grado con los estudiantes de octavo grado del centro educativo Arroyo N° 1 del municipio de

Diriá, departamento de Granada, durante el primer semestre del año lectivo 2023 [Tesis de licenciatura, Universidad (Universidad Católica Redemptoris Mater)]. Managua, Nicaragua.

Bustos, C., Gilene, F., & Romero, L. (2024). Potencialidades y limitaciones de la IA en el ámbito educativo. Una propuesta didáctica aplicando el modelo SAMR. En IA en acción: tres departamentos muy conectados. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Calao-Jimenez, E. (2023). Desarrollo del Pensamiento Computacional con el uso de Microsoft Excel Para la Enseñanza de Funciones Lineales con Estudiantes de 9no Grado de Secundaria.

Cardozo Plazas, J, Perea Mosquera, M y Doria Pérez, R. (2022). Desarrollo del pensamiento variacional con el uso del software educativo GeoGebra a partir del concepto de función lineal basado en el aprendizaje colaborativo en los estudiantes del grado octavo de la institución educativa Los Gómez margen izquierda del municipio de Lorica. Universidad de Cartagena. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/15839>

Cisneros Báez, C. A. (2023). Modelo pedagógico SAMR en la enseñanza de las Ciencias Naturales [Trabajo de titulación para optar al título de Magíster en Educación, Tecnología e Innovación, Universidad Politécnica Estatal del Carchi].

Consejo Federal de Educación. (2012). Núcleos de aprendizaje prioritarios. Matemática. Campo de formación general. Ciclo orientado. Educación secundaria (Resolución CFE N° 180/12).

Dávila Orozco, W. (2018). Desarrollo de pensamiento variacional en estudiantes de secundaria, mediado por GeoGebra.

Fernández Olivares, M. D. y Dans Álvarez de Sotomayor, I. (2022). Las TIC para enseñar ¿también en Matemáticas? Cuaderno de Pedagogía Universitaria, volumen 19, número 38, pp. 109-119. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8518949.pdf>

Fiallo-Leal, J. E., y Parada-Rico, S. E. (2014). Curso de precálculo apoyado en el uso de GeoGebra para el desarrollo del pensamiento variacional. Revista Científica, 20(3), 56–71. <https://doi.org/10.14483/23448350.7689>

Flick, U. (2015). El diseño de investigación cualitativa. Madrid: Morata.

Fonseca Palacios, R. (2023). El uso del conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido como una estrategia en el aprendizaje de la factorización de expresiones algebraicas. Universidad Francisco de Paula Santander.

García-Utrera L., Figueroa-Rodríguez S. y Esquivel.Gámez I. (2014) Modelo de sustitución, aumento, modificación y redefinición (SAMR): fundamentos y aplicaciones en Esquivel-Gámez. Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI. (pp. 205-220)

[https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los\\_modelos\\_tecno\\_educativos\\_\\_revolucionando\\_el\\_aprendizaje\\_del\\_siglo\\_xxi-4.pdf](https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los_modelos_tecno_educativos__revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_xxi-4.pdf)

Gatica S. N. y Ares, O.E.. (2012) La importancia de la visualización en el aprendizaje de conceptos matemáticos. Edmetec Revista de Educación Mediática y TIC, volumen 1, número 2, pp. 89-107. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4043193>

Gen Técnico Roberto Rocca – Plataforma de Programas Educativos. <https://www.robertorocca.org/es/gen-tecnico> (Requiere acceso con usuario)

Grisales-Aguirre, A. M. (2018) Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas. Entramado. Volumen 14, número 2, pp. 198-214. <http://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>

Guachún Lucero, F.P. y Mora Naranjo, B.M. (2019) El software GeoGebra como recurso para la enseñanza de la función lineal: Una propuesta didáctica. Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas, Volumen 101, pp. 103-112. <http://funes.uniandes.edu.co/14818/>

Gutiérrez, L. (2023). Estrategias de enseñanza y aprendizaje de la matemática basadas en el uso de las TIC para el desarrollo de competencias lógico matemáticas en estudiantes de educación básica secundaria. Revista Digital de Investigación y Postgrado, volumen 4, número 7, pp. 73-93. <https://redip.iesip.edu.ve/ojs/index.php/redip/article/view/86>

Ibarra-Sáiz, M. S., González-Elorza, A., y Rodríguez-Gómez, G. (2023). Aportaciones metodológicas para el uso de la entrevista semiestructurada en la investigación educativa a partir de un estudio de caso múltiple. Revista de Investigación Educativa, 41(2),501-522. DOI: <https://doi.org/10.6018/rie.546401>

Iturbe, A. y Garelik, C. (2014). Una propuesta de enseñanza de la función racional con el uso de software GeoGebra. Universidad Nacional de Río Negro - Río Negro. <http://redi.exactas.unlpam.ed.ar/xmlui/bitstream/handle/2013/88/CB06-Iturbe-Garelik.pdf?sequence=1>

Litwin, E. (marzo 2004) Prácticas con tecnologías. Revista Praxis Educativa. <https://www.redalyc.org/pdf/1531/153126089002.pdf>

López Noriega, M., Lagunes Huerta, C., & Herrera Sánchez, S. (2006). Excel como una herramienta asequible en la enseñanza de la Estadística. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 7(1).

Lozano García, S.Y. (2021) TIC y el aprendizaje de matemáticas: caso en educación media. Universidad Católica Luis Amigó, Colombia. Revista Internacional de Tecnologías Educativas, volumen 8, número 1. <https://doi.org/10.37467/gka-revedutech.v8.2939>

Macías Rojas, M., Caro, E. O., y Fernández Morales, F. H. (2022). Las mediaciones TIC en la resolución de problemas matemáticos, un abordaje documental. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*. Vol. 7, núm. 14. [https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/gestion\\_libre/article/view/9384](https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/gestion_libre/article/view/9384)

Marés, L. (2021) Escenarios combinados para enseñar y aprender: escuelas, hogares y pantallas. *Educ.ar* <https://www.educ.ar/recursos/155488/escenarios-combinados-para-ensenar-y-aprender-escuelas-hogar>

Ministerio de Educación del Chubut. (2024, 18 de octubre). Aprender 2024: Chubut participa del operativo con más de 7.000 alumnos de 164 escuelas de nivel secundario. <https://chubut.edu.ar/aprender-2024/>

Ministerio de Educación Provincia del Chubut. (2015). Anexo IV: Técnico en equipos e instalaciones electromecánicas. Diseño preliminar.

Ministerio de Educación del Chubut. (s.f.). Chubut Aprende: Plan Provincial Integral de Alfabetización. <https://chubut.edu.ar/alfabetizacion/>

Mishra, P., y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, volumen 108, número 6, pp. 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

Parra Vargas, C. (2022). Software Genially como herramienta didáctica en la resolución de problemas del pensamiento matemático variacional con los estudiantes del grado séptimo de la institución educativa Gregorio Gutiérrez González del municipio de Manzanares, Caldas. Universidad de Cartagena. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/15621>

Pomboza Granizo, H., Guzñay Yuquilema, M. H., & Tenegusñay Muyolema, G. (2015). Utilización del software libre GeoGebra para el aprendizaje del bloque curricular de números y funciones y su relación en el rendimiento académico de los estudiantes de tercer año de bachillerato, de la Unidad Educativa Universitaria Milton Reyes de la ciudad de Riobamba, durante el periodo académico 2013 - 2014 [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/2438>

Portilla Ciriquian, J. (2014). Uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de funciones gráficas de 1º de Bachillerato de Ciencias y Tecnología [Trabajo Fin de Máster, Universidad Internacional de La Rioja]. Universidad Internacional de La Rioja.

Puentedura, R. R. (2006). The SAMR model: Background and exemplars. Hippasus. [https://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/08/23/SAMR\\_BackgroundExemplars.pdf](https://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/08/23/SAMR_BackgroundExemplars.pdf)

Salas-Rueda, Ricardo Adán. (2018). Uso del modelo TPACK como herramienta de innovación para el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Perspectiva Educacional*, 57(2), 3-26. <https://dx.doi.org/10.4151/07189729-vol.57-iss.2-art.689>

Saucedo Córdova, S. (2023). Uso del Programa Excel y logro de aprendizaje de matemática en alumnos del cuarto año de secundaria de la IE: N° 16519 “José Carlos Mariátegui”, provincia San Ignacio, Cajamarca, año 2020. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Disponible en: <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/8558>

Suárez González, S. (2023). GeoGebra en el aula como herramienta que posibilita el desarrollo del pensamiento variacional en la enseñanza de las funciones logarítmica y exponencial. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83828/10366623922023.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Vargas Bernaldes, C. (2013) La influencia de los recursos tecnológicos y las características del mundo global en las formas de aprendizaje de las matemáticas en la educación actual. [Tesis de maestría] <http://hdl.handle.net/11285/571853>

Villarreal Farah, G. (2010) Caracterización del uso de la tecnología, por profesores y alumnos, en resolución de problemas abiertos en matemática en el nivel de secundaria [Tesis doctoral] <https://www.tdx.cat/handle/10803/82071>.

## 12. ANEXOS

### 12.1 ANEXO 1

Se adjunta a continuación un resumen de los manuales diseñados para acompañar a los alumnos en las actividades propuestas durante la implementación.

#### GRÁFICO DE FUNCIONES A TRAVÉS DE LA TABLA DE VALORES

$$f(x) = 2 * x$$

##### EXCEL

	A	B
1	x	y
2	2	=2*A2
3	1	
4	0	
5	-1	
6	-2	
7		

Generamos la tabla de valores en la hoja de cálculo. En la primera columna colocamos valores para la variable x. En la segunda columna empezamos la fórmula con un símbolo igual, los valores que pertenecen a la expresión algebraica de la función y reemplazamos la “x” con la celda (letra y número) asociada.

	A	B
1	x	y
2	2	4
3	1	
4	0	
5	-1	
6	-2	
7		

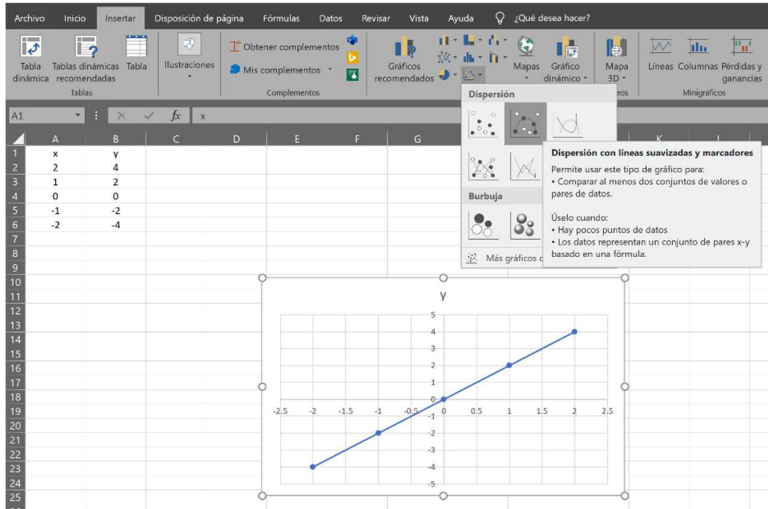
Apretamos la tecla Enter para que se calcule la imagen de x=2. Luego arrastramos desde la esquina inferior derecha para completar la tabla.

	A	B
1	x	y
2	2	4
3	1	2
4	0	0
5	-1	-2
6	-2	-4

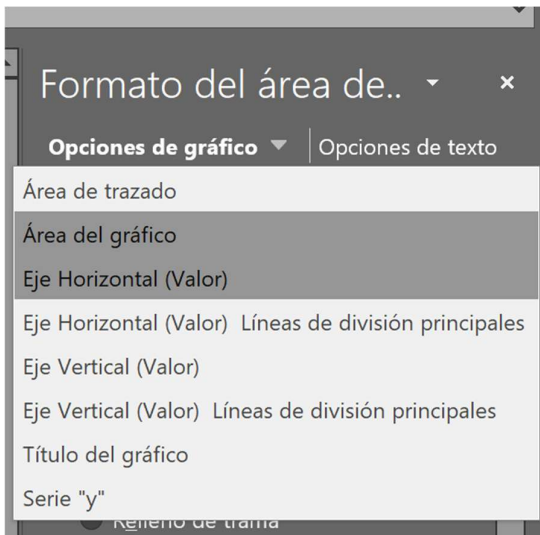
Obtenemos así la table de valores que utilizaremos para generar el gráfico de nuestra función.



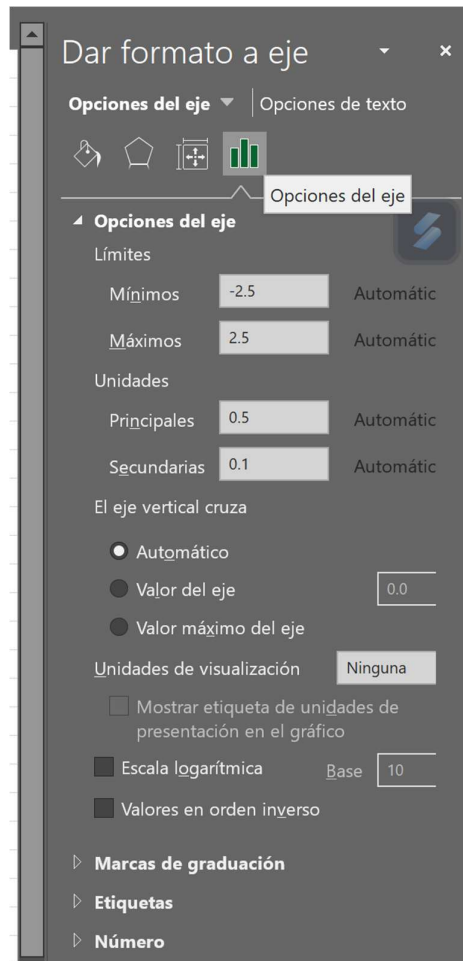
Sombreamos la tabla completa, buscamos la pestaña **Insertar** y elegimos el gráfico de **Dispersión con líneas suavizadas y marcadores**.

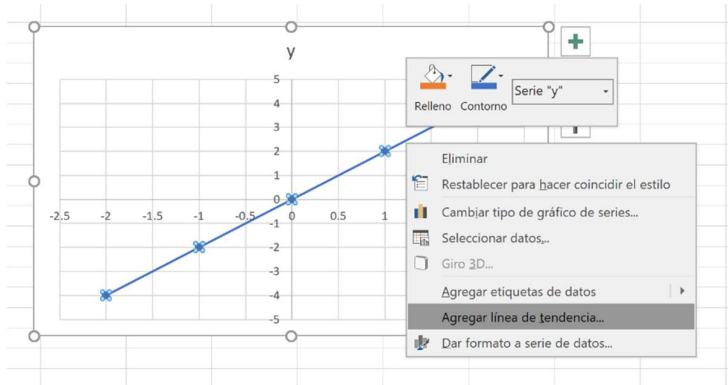


Luego de visualizar el gráfico relacionado a la tabla de valores, podemos realizar algunas modificaciones. Hacemos doble clic en el gráfico, y aparece un panel en el lado derecho de la pantalla.



Desplegamos el menú en **Opciones de gráfico** y seleccionamos eje horizontal. En caso de ser necesario, podríamos modificar la escala y los valores visibles de los ejes.





Para poder mostrar la expresión algebraica de la función de manera automática, generamos una **línea de tendencia** haciendo botón derecho en la función.

Formato de línea de...

Opciones de línea de tendencia

▲ Opciones de línea de tendencia

- Exponencial
- Lineal
- Logarítmica
- Polinómica Grado
- Potencial
- Media móvil Período

Nombre de la línea de tendencia

- Automático Lineal (y)
- Personalizado

Extrapolar

En el futuro  período

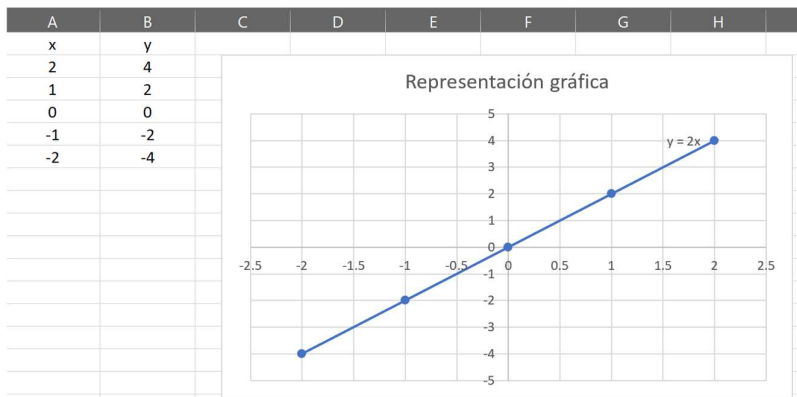
En el pasado  período

Señalar intersección

Presentar ecuación en el gráfico

Presentar el valor R cuadrado en el gráfico

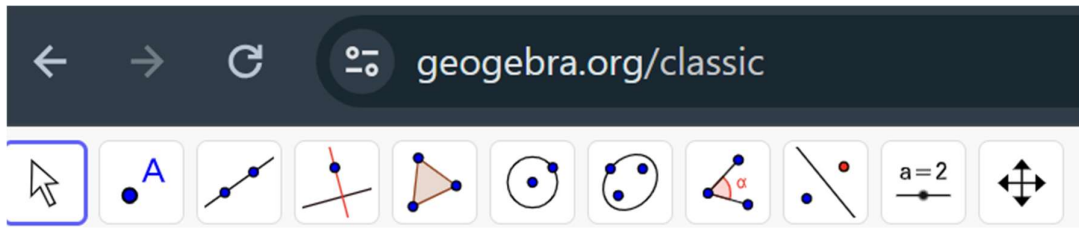
Y en el menú, tildamos la opción de **presentar ecuación en el gráfico**. De manera alternativa podríamos escribirla nosotros.



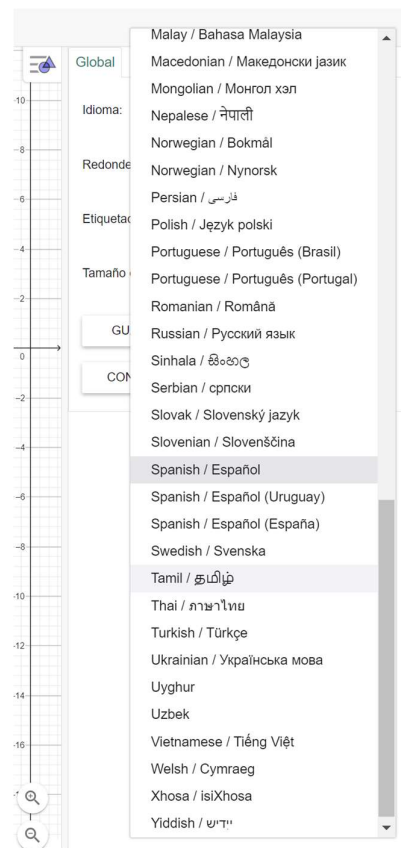
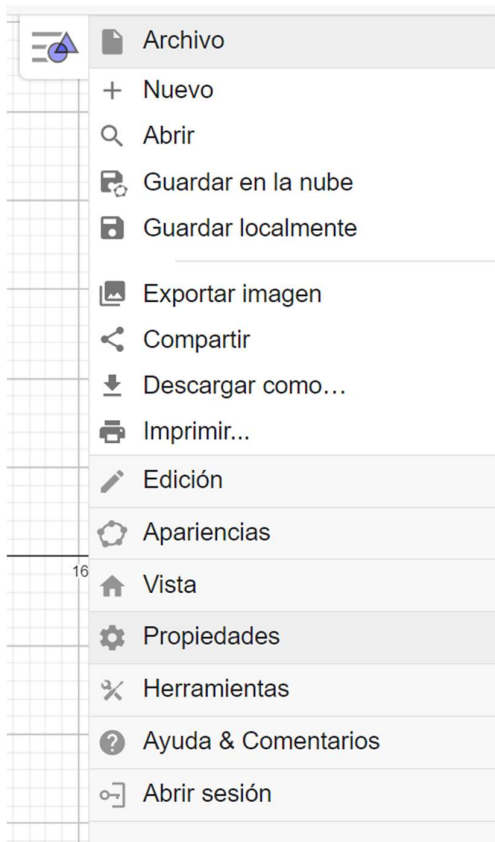
También podemos hacer doble clic para cambiar el título del gráfico.

## GEOGEBRA

En el navegador, podemos escribir la siguiente dirección.

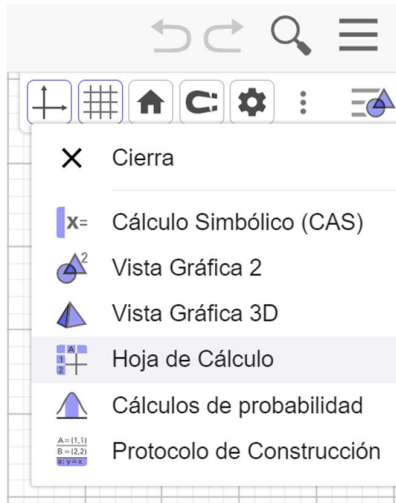


En caso que el idioma por defecto sea inglés, podemos hacer clic en el botón arriba a la derecha y cambiarlo a español.



	A	B
1	x	y
2	2	4
3	1	2
4	0	0
5	-1	-2
6	-2	-4

Para comenzar, hacemos clic en el botón y seleccionamos la opción **hoja de cálculo** donde escribiremos la tabla de valores.



Una vez ubicados en la hoja de cálculo, escribimos las variables entre comillas y completamos los valores de x.

	A	B
1	"x"	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

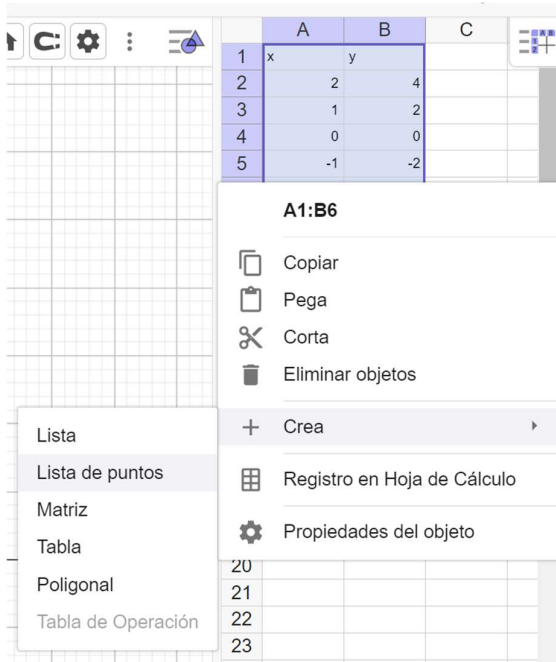
	A	B
1	x	"y"
2		2
3		1
4		0
5		-1
6		-2
7		

	A	B
1	x	y
2	2	=2*A2
3	1	
4	0	
5	-1	
6	-2	

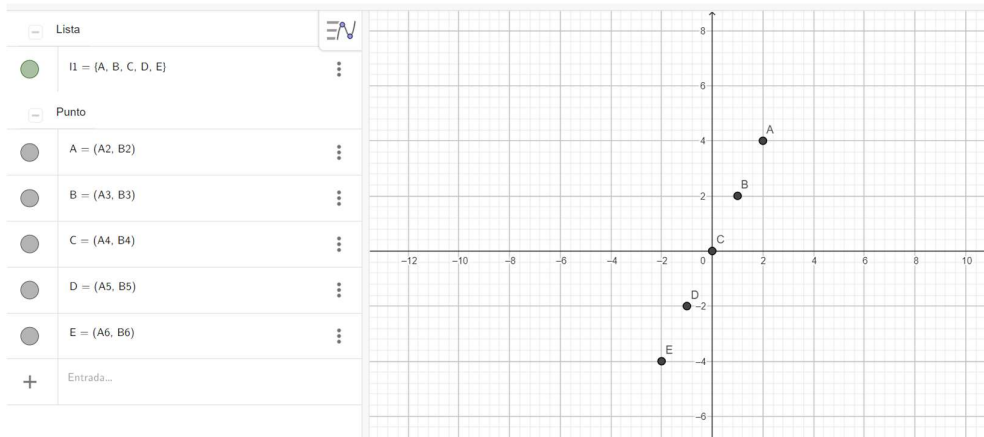
Luego, en la columna de la variable dependiente, escribimos la función comenzando con el símbolo =, los números de la expresión algebraica y reemplazamos la X por la celda (letra y número)

Apretamos Enter para obtener el resultado y arrastramos para completar la tabla.

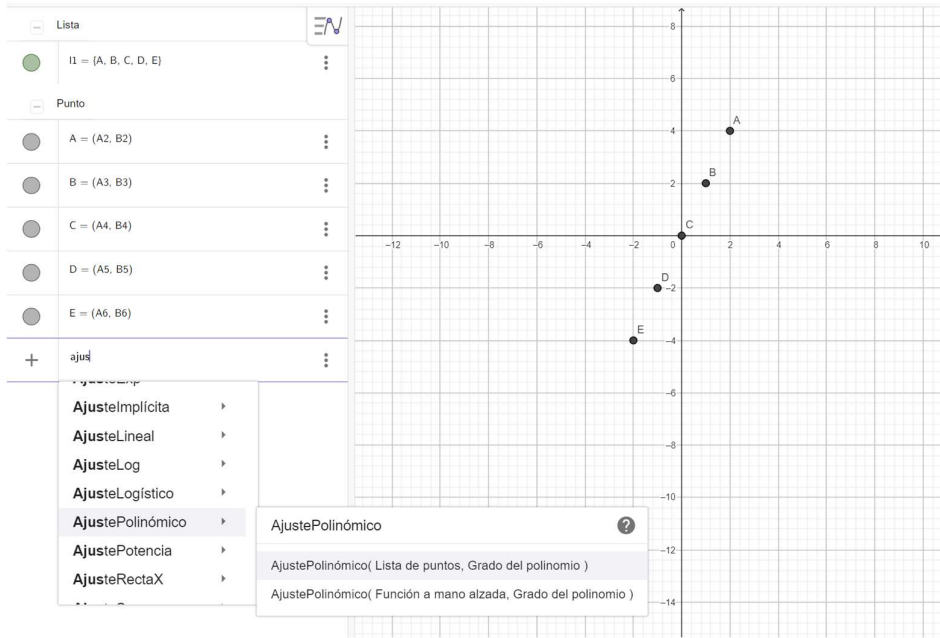
Una vez que generamos la tabla, la seleccionamos completa y hacemos clic con el botón derecho, seleccionamos la opción de **Crea > Lista de puntos**.



Luego podremos observar que los puntos aparecen en los ejes cartesianos. En el panel de la izquierda que contiene los elementos graficados, podemos ver los puntos (A, B, C, D, E) y también la lista de puntos conformada por ellos (I1).



Para graficar la función, en la parte inferior del panel, escribimos **ajuste** para que nos aparezca el menú y completamos con **ajustePolinómico**, elegimos la primera opción que contiene *Lista de puntos y Grado del polinomio*.

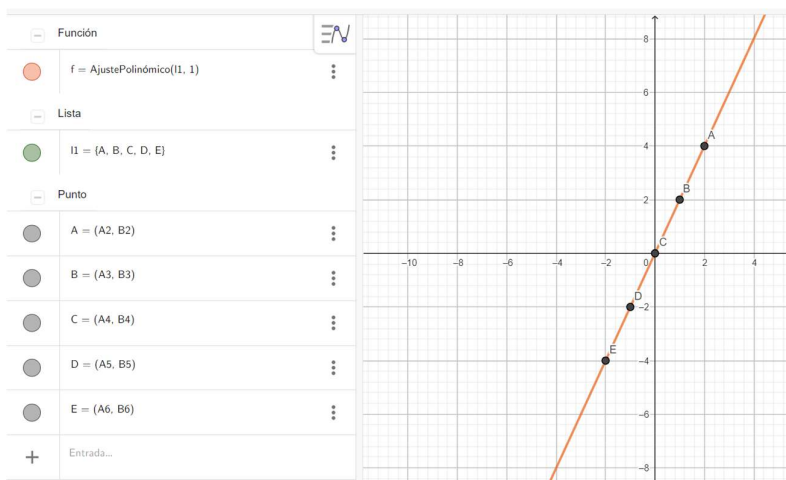


A close-up of the software menu. The main menu item is '+ AjustePolinómico(Lista de puntos, Grado del polinomio)'. A sub-menu is open, showing three options: 'AjustePolinómico', 'AjustePolinómico(Lista de puntos, Grado del polinomio)', and 'AjustePolinómico( Función a mano alzada, Grado del polinomio )'. The second option is highlighted.

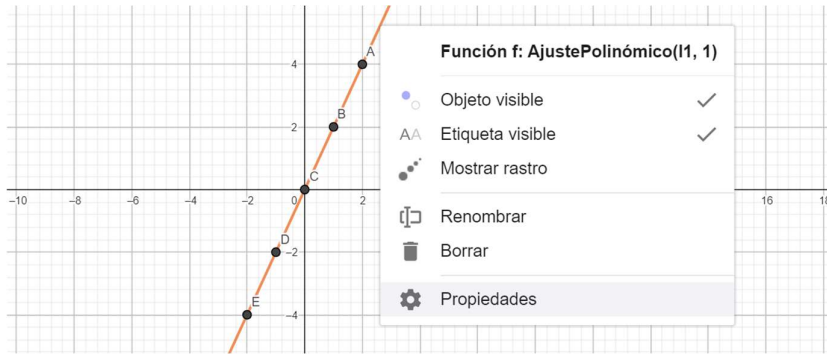
Completamos con **l1** (el nombre por defecto de la lista de puntos), y **1**, el grado que corresponde a la función lineal.

The screenshot shows the software interface with the function 'f = AjustePolinómico(l1, 1)' entered in the 'Función' (Function) field. A tooltip is visible, showing the full syntax: 'AjustePolinómico(Lista de puntos, Grado del polinomio)'.

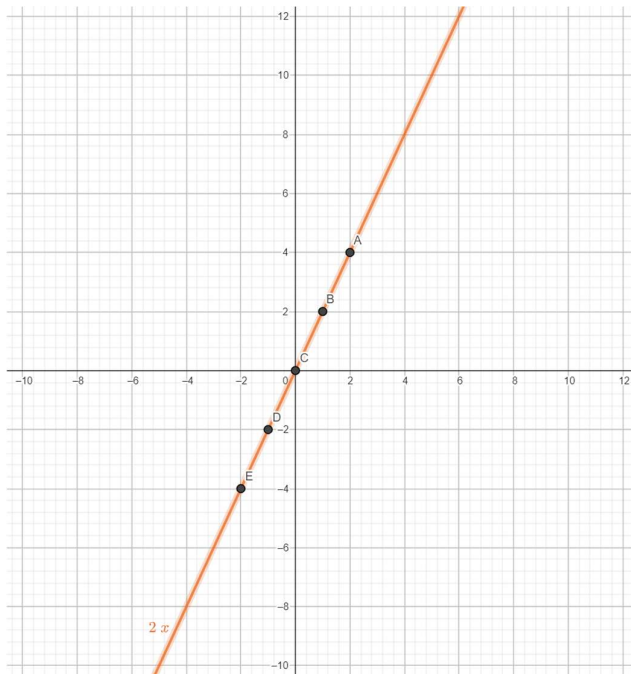
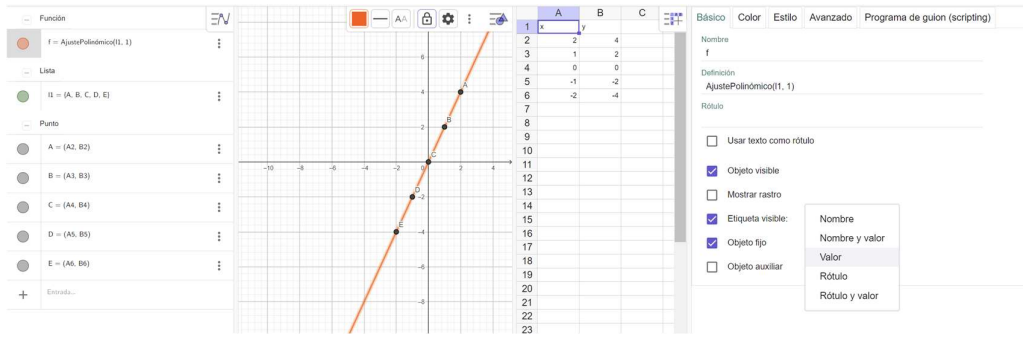
Ya podemos visualizar la función que pasa por los puntos establecidos a través de la tabla de valores.



Haciendo clic con el botón derecho sobre la función, elegimos la opción de **propiedades**.



Allí podremos encontrar en la pestaña **Básico**, la opción de **Etiqueta visible** y seleccionamos **Valor** para visualizar la expresión algebraica en el gráfico.



## 12.2 ANEXO 2

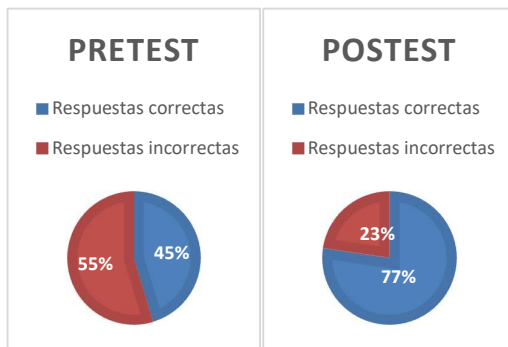
### 12.2.1 Pretest y postest 9no (equivalente a 3er año Secundaria)

Resultados de cada pregunta utilizada:

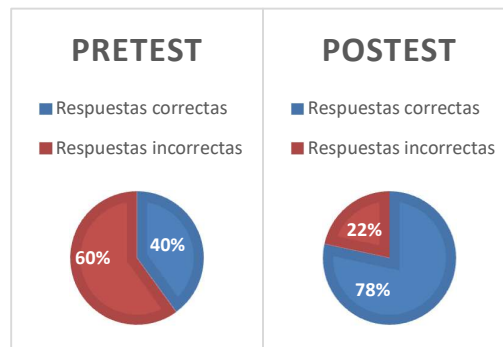
Pregunta 1: Selecciona cuál de las siguientes gráficas representa el vaciado de un tanque de agua, si se realiza de forma continua y constante. Sólo hay una pausa en el vaciado durante tres segundos, durante el proceso.



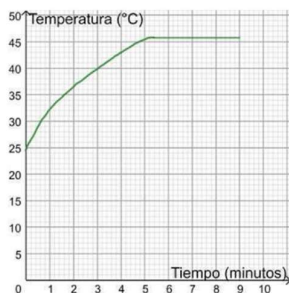
#### GRUPO EXPERIMENTAL



#### GRUPO DE CONTROL



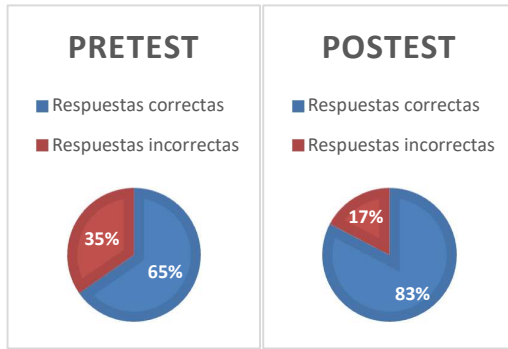
Pregunta 2: En un experimento de laboratorio, se calentó una sustancia durante varios minutos. A continuación, se muestra el registro de la temperatura en la siguiente gráfica.



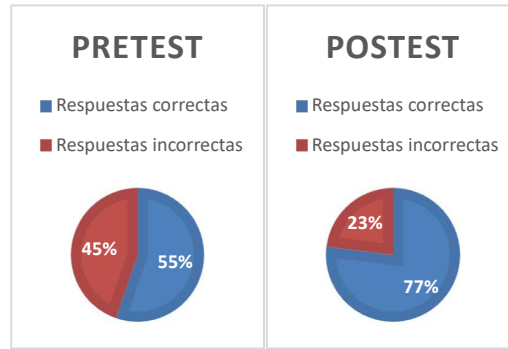
¿Cuál de las siguientes situaciones podría representar su comportamiento? Seleccione una:

- Hubo un gran incremento de temperatura al inicio del experimento y después se estabilizó
- La temperatura incrementó considerablemente durante unos cinco minutos, luego disminuyó.
- La temperatura tuvo un incremento constante durante varios minutos, pero luego se mantuvo cerca de los 45°.

**GRUPO EXPERIMENTAL**



**GRUPO DE CONTROL**



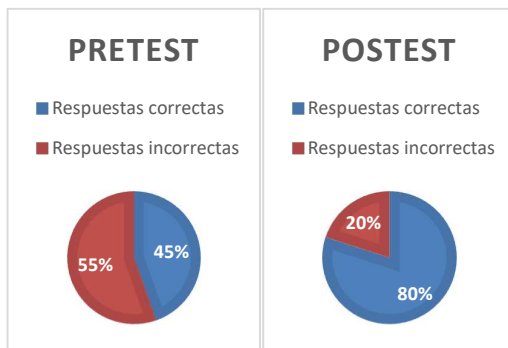
Pregunta 3: Observa las siguientes tablas de datos recopilados sobre los ingresos que acumularon por separado Sara y Ana durante varios días. Al transcurrir 30 días, ¿quién de las dos acumuló un mayor ingreso?

Sara		Ana	
Tiempo en días	Ingreso acumulado en pesos	Tiempo en días	Ingreso acumulado en pesos
0	600	1	330
10	800	12	660
20	1000	50	1800

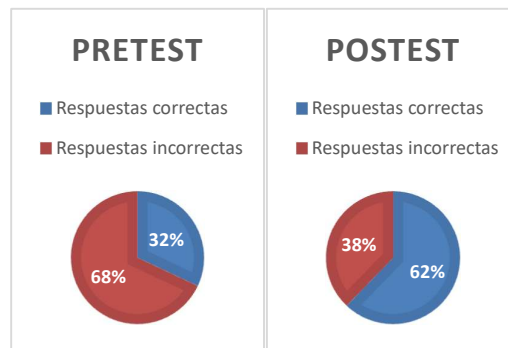
Seleccione una:

- a. Ambas acumularon lo mismo
- b. Sara
- c. Ana

**GRUPO EXPERIMENTAL**



**GRUPO DE CONTROL**



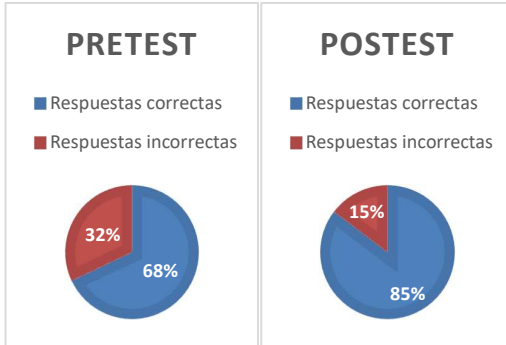
Pregunta 4: Considera un vaso como el siguiente.



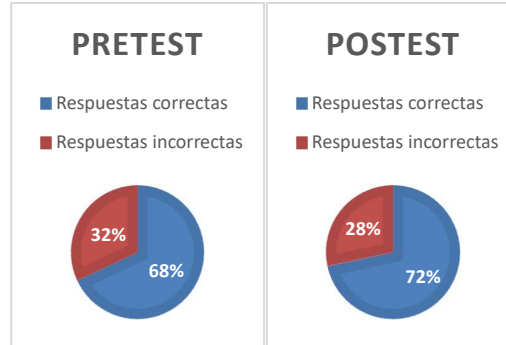
Si este se llena de agua con una máquina que permite un flujo de salida constante, determina cuál de las siguientes afirmaciones es correcta. Seleccione una:

- a. Hay dos momentos, al inicio, la altura del agua incrementará lentamente. Luego, incrementará más rápido.
- b. Al inicio, la altura del agua crecerá más rápido. Luego crecerá más despacio.
- c. La altura del agua crece de forma constante mientras se llena.

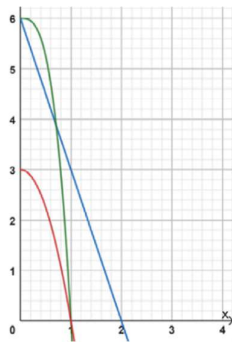
**GRUPO EXPERIMENTAL**



**GRUPO DE CONTROL**



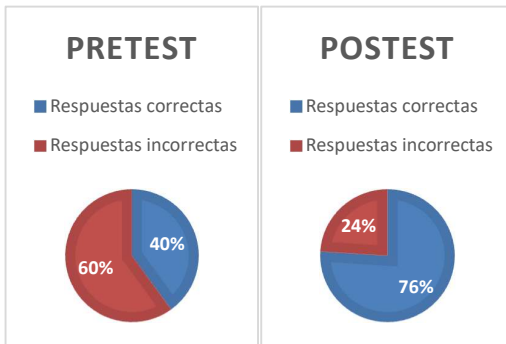
Pregunta 5: A continuación, se muestran tres gráficas que representan comportamientos decrecientes, hasta llegar al eje x. ¿Cuál de las gráficas decrece más rápido?



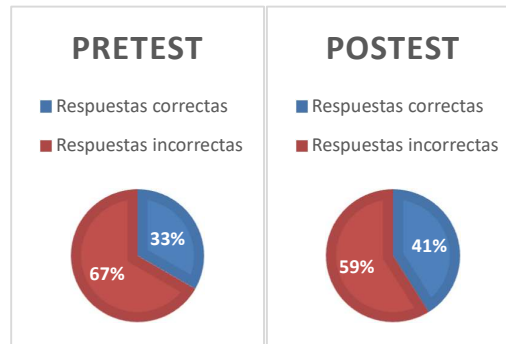
Seleccione una:

- a. La verde
- b. La roja
- c. La azul

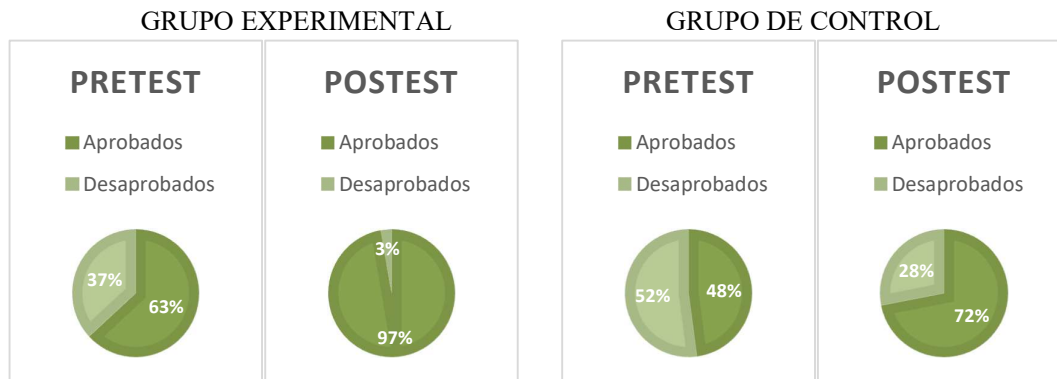
**GRUPO EXPERIMENTAL**



**GRUPO DE CONTROL**



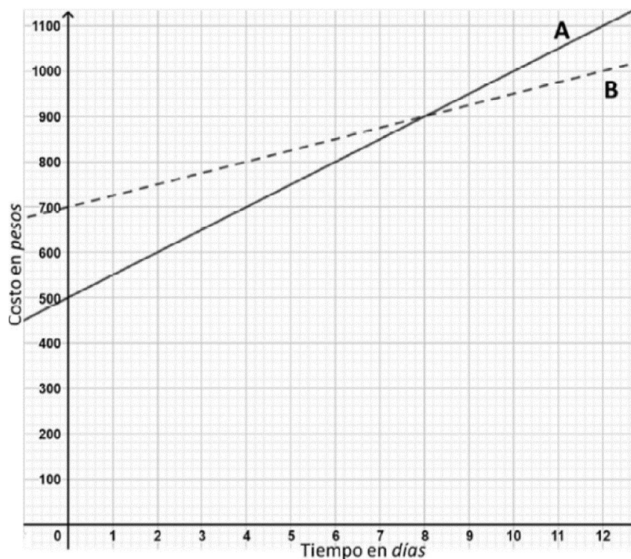
## Resultados generales



### 12.2.2 Pretest y postest 10mo (equivalente a 4to año Secundaria)

Resultados de cada pregunta utilizada:

Pregunta 1: Dos empresas de renta de autos en competencia ofrecen diferentes costos. En las gráficas se muestra la evolución de costos en pesos por día. Observa las gráficas y responde a las preguntas. ¿Cuáles de los siguientes pares de tablas numéricas describen mejor los datos en cada gráfica? Seleccione una:

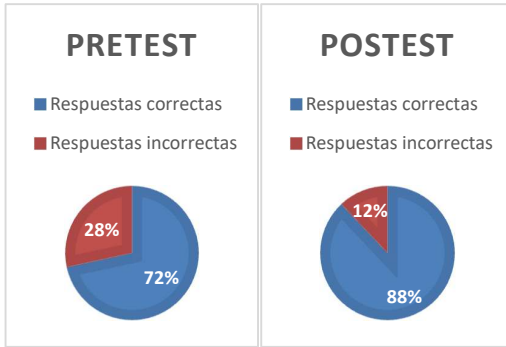


Empresa A		Empresa B	
Tiempo en días	Costo en pesos	Tiempo en días	Costo en pesos
0	700	0	500
1	725	1	550
2	750	2	600
3	775	3	650
4	800	4	700
5	825	5	750

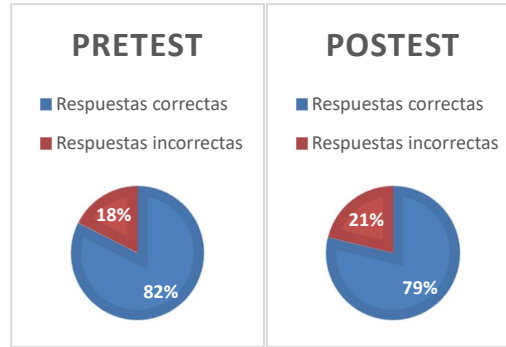
Empresa A		Empresa B	
Tiempo en días	Costo en pesos	Tiempo en días	Costo en pesos
0	500	0	700
1	550	1	725
2	600	2	750
3	650	3	775
4	700	4	800
5	750	5	825

Empresa A		Empresa B	
Tiempo en días	Costo en pesos	Tiempo en días	Costo en pesos
0	500	0	700
1	525	1	750
2	550	2	800
3	575	3	850
4	600	4	900
5	625	5	950

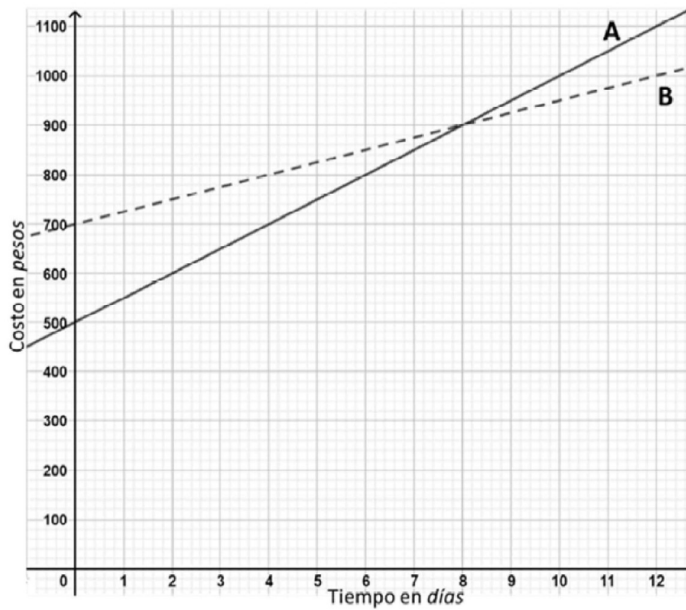
GRUPO EXPERIMENTAL



GRUPO DE CONTROL



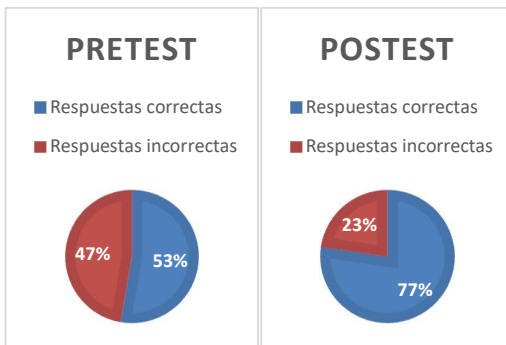
Pregunta 2: ¿Cuáles de los siguientes pares de funciones lineales describen mejor a cada gráfica?



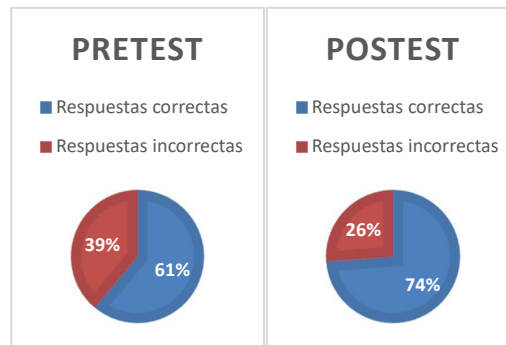
Selecciona una:

- a.  $y = 50x + 500$  (gráfica empresa A)  $y = 25x + 700$  (gráfica empresa B)
- b.  $y = 25 + 500x$  (gráfica empresa A)  $y = 50 + 700x$  (gráfica empresa B)
- c.  $y = 25x + 500$  (gráfica empresa A)  $y = 50x + 700$  (gráfica empresa B)

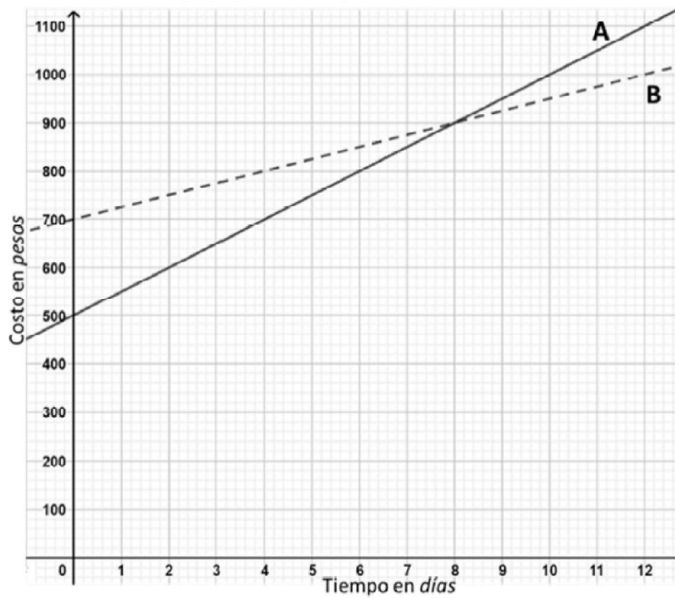
GRUPO EXPERIMENTAL



GRUPO DE CONTROL



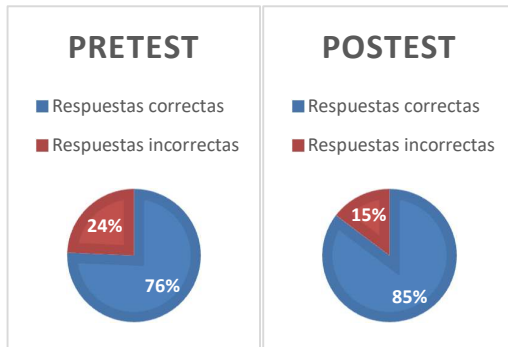
Pregunta 3: ¿Cuál es costo inicial que propone cada empresa?



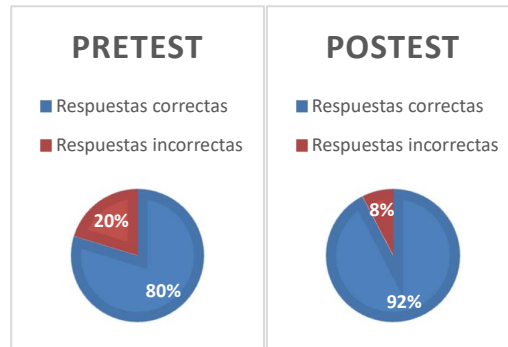
Seleccione una:

- La empresa A propone 500 y la empresa B propone 700.
- La empresa A propone 700 y la empresa B propone 500.
- La empresa A propone 725 y la empresa B propone 550.

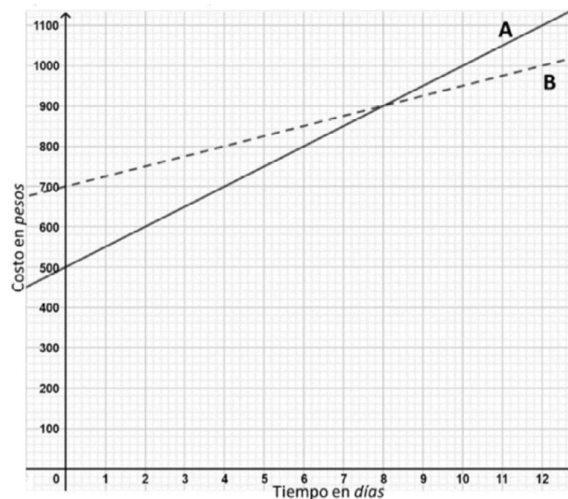
GRUPO EXPERIMENTAL



GRUPO DE CONTROL



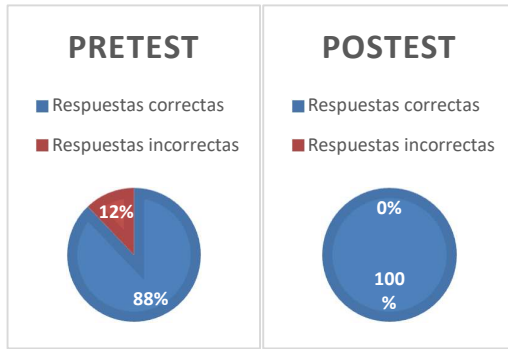
Pregunta 4: ¿En qué día la tarifa de ambas empresas coincide?



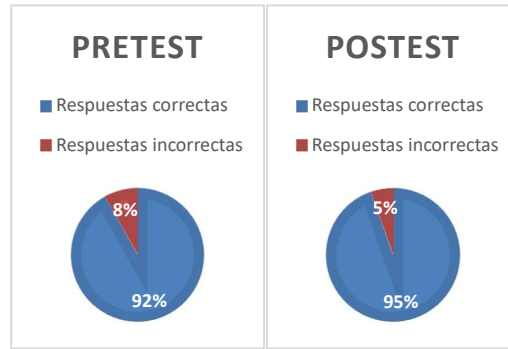
Seleccione una:

- En el día 10.
- En el día 8.
- En el día 0.

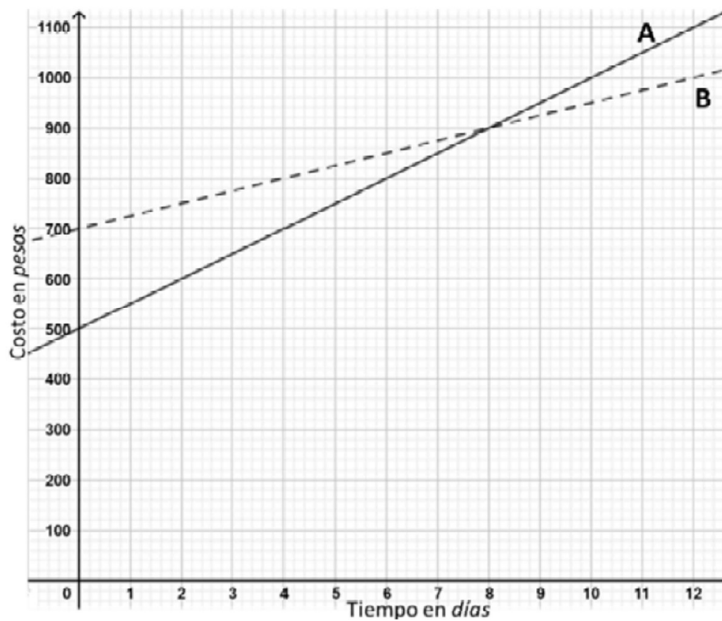
**GRUPO EXPERIMENTAL**



**GRUPO DE CONTROL**



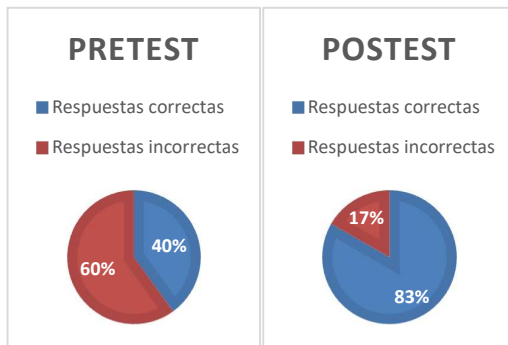
Pregunta 5: De acuerdo con las gráficas, ¿qué empresa te conviene contratar para pagar menos si vas a rentar un auto por más de 8 días?



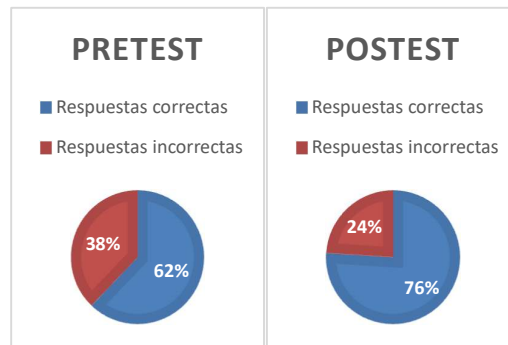
Seleccione una:

- a. Ambas cobran lo mismo después de 8 días
- b. Me conviene contratar a la empresa B.
- c. Me conviene contratar a la empresa A.

**GRUPO EXPERIMENTAL**

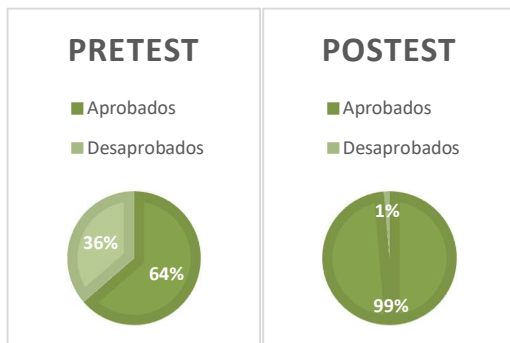


**GRUPO DE CONTROL**



Resultados generales:

GRUPO EXPERIMENTAL



GRUPO DE CONTROL

