



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

**Departamento: Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT)**

**Programa de acreditación:  
PROINCE**

**Programa de Investigación<sup>1</sup>: MEP**

**Código del Proyecto: C263**

**Título del proyecto:  
Influencia de trabajar con software GeoGebra en el aula en las dimensiones competenciales  
y afectivas**

**PI Dependencia Compartida:**   
**Elija un elemento.**

**PI Interdepartamental:**   
**Elija un elemento.**

**Informe Final**

**Director: Dra. Betina Williner**

**Director externo:**

**Codirector:**

El presente documento se propone relevar las actividades acontecidas a lo largo del desarrollo del proyecto de investigación, con especial foco en las transferencias producidas a los efectos de difundir los resultados alcanzados. Esto se enmarca en las Políticas de la Secretaría de CyT UNLaM, bajo el lema de que el conocimiento científico es conocimiento comunicado. En la práctica científica habitual, este es transferido mediante distintos tipos de producciones: publicaciones en eventos científicos, libros, capítulos de libros, entre otras, destacándose particularmente el Artículo Científico/paper.

<sup>1</sup> Los Programas de Investigación de la UNLaM están acreditados con resolución rectoral, según lo indica la Resolución HCS N° 014/15. Acerca de los **Lineamientos generales para el establecimiento, desarrollo y gestión de Programas de Investigación UNLaM**, sugerimos consultar en el Departamento Académico correspondiente a la inscripción del proyecto.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLAM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

## A. Resumen del proyecto<sup>2</sup> (Desarrolle en no más de dos páginas.)

Dimensiones mínimas:

● **Problema de investigación:** Este proyecto tuvo como uno de los objetivos promover el desarrollo de la competencia matemática a través de tareas vinculadas al uso del software GeoGebra (GG). El contexto involucrado comprendió la cátedra de Análisis Matemático II del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLAM). Se procuró continuar el estudio sobre las formas de incidir en el desarrollo de capacidades fundamentales que forman parte de la competencia matemática ([Anexo III](#)) con el objetivo que el estudiante pueda usar activa y flexiblemente el software GG. Los conceptos matemáticos elegidos en esta oportunidad fueron: intervalos de crecimiento de una función (IC), intervalos de decrecimiento de una función (ID) y extremos relativos de una función (ER) y su relación con el objeto matemático derivada. Esta elección estuvo basada en el hecho de que estos conceptos intervienen en la resolución de problemas de optimización. El planteo de este tipo de problemas contribuye a desarrollar la competencia matemática, entendida como “la capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos. Incluye razonar matemáticamente y utilizar conceptos, procedimientos, herramientas y hechos matemáticos para describir, explicar y predecir fenómenos” (OCDE, 2017, p.64). A su vez se intentó tomar distancia de la clase expositiva tradicional elaborando una situación de aprendizaje ([Anexo IV](#)), entendida como un diseño didáctico que involucra las actividades que realizan los alumnos, su organización, su puesta en marcha y su finalización. Otro aspecto de este proyecto fue comenzar a indagar sobre una componente afectiva: la actitud hacia la matemática cuando se usa tecnología ([Anexo III](#)). Dentro de la línea de proyectos que ha efectuado el equipo es la primera vez que se estudia este aspecto.

● **Metodología:** En este segundo año de investigación se realizó la experiencia, se recabaron y analizaron datos sobre las capacidades fundamentales y sobre el constructo actitud hacia el aprendizaje de la matemática cuando se usa de tecnología. La experiencia se llevó a cabo en una comisión de la mañana de Análisis Matemático II de ingeniería en informática, formada por 72 alumnos. Esta materia, de carácter cuatrimestral, contempla los temas: aplicaciones de la derivada (teoremas y estudio de funciones), integrales indefinidas y definidas. Tiene una carga horaria de 4 horas por semana y se puede acreditar por promoción o examen final. El primer día de clase se les comentó a los estudiantes cómo se iba a trabajar con el tema estudio de funciones mediante una situación de aprendizaje plasmada en formato Autoguía en la plataforma de la universidad (diseñada en el primer año de investigación). Se formaron 23 equipos de tres estudiantes cada uno. La Autoguía contemplaba cinco actividades, cada una de las cuales promovía ciertas capacidades fundamentales que fueron valoradas como Bien, Regular o Mal ([Anexo IV](#)) Para evaluar cada una de las producciones se confeccionaron rúbricas acordes al análisis preliminar de las actividades presentado en el informe de avance y se usó el complemento CoRubric de Google para introducir los datos de cada equipo. Con estos datos se hizo un análisis de frecuencias relativas. Por otro lado, para resumir toda la información obtenida, se efectuó un análisis de componentes principales (ACP). Se utilizó el programa estadístico InfoStat. Cada equipo tenía una puntuación para cada capacidad fundamental analizada en cada una de las actividades acorde al análisis preliminar. La puntuación Bien se valoró con 2, la Regular con 1 y la Mal o No lo hace con 0. De esta manera cada equipo contó con una puntuación para cada capacidad fundamental que se obtuvo promediando los niveles logrados en todas las actividades. Esas nuevas variables se llamaron “Promedio”.

Respecto al constructo actitud hacia el uso de tecnología, cuando terminó la experiencia se suministró el cuestionario elaborado en el primer año de la investigación y presentado en el informe de avance. Lo contestaron 62 estudiantes ([Anexo VI](#))

● **Grado de ejecución de los objetivos planteados:** se cumplió todo el GANTT elaborado en el proyecto para este segundo año: se realizó la experiencia en una comisión de la asignatura, se describió el desempeño de los alumnos en términos de competencias fundamentales estudiadas, se implementó el instrumento diseñado para estudiar la actitud hacia la matemática cuando se usa tecnología. Luego se analizaron los resultados obtenidos en los dos casos anteriores lo que dio lugar a dos artículos presentados en congresos y a uno en una revista.

● **Resultados:** en cuanto a las capacidades fundamentales se muestran los dos análisis (frecuencias relativas y ACP) en el [Anexo V](#). Como síntesis de los resultados obtenidos, respecto a las capacidades fundamentales, la mayoría de los equipos alcanzó niveles altos de UH (uso de herramienta) en todas las actividades, teniendo la variable “Promedio UH”

<sup>2</sup> Actualizar todos los ítems en el **Banco de datos de actividades de CyT del SIGEVA UNLAM** (del Director y de los integrantes del Proyecto), en especial “**Antecedentes y Producciones y Servicios**”. Ver:  [www.youtube.com/@cvtunlam](http://www.youtube.com/@cvtunlam) 



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

una media de 1,69. Se coincide con Costa Llobet (2011) que indica que cuando los estudiantes trabajan en entornos interactivos, visualizando y manipulando, los resultados son altos. Se concuerda con el autor que las producciones de los estudiantes son homogéneas en este entorno y se diferencian más en el entorno de lápiz y papel. A su vez trabajaron generalmente por default, es decir no cambiaron aspectos del programa como: agregar texto a lo presentado, color o grosor al gráfico de una función, intervalo de un deslizador, entre otros. Esto se observó también en Williner (2024). Otro aspecto para reflexionar es que cuando los alumnos realizan las actividades fuera del aula y entregan un archivo en formato ggb., no se puede apreciar todo lo que hicieron en esa producción para llegar al resultado final ni tampoco lo explican en su producción escrita. Referencia de esto es la actividad 4. Para construir una función con las características pedidas seguramente probaron con varias reglas de asignación, sin embargo, se puede ver sólo la respuesta al ejercicio. La capacidad fundamental RA (razonamiento y argumentación), resumida en Promedio RA, tiene una media de 1,61, con un mínimo de 1 y máximo de 2 y la desviación estándar más alta. Esto muestra desempeños más heterogéneos que para UH. El desempeño más bajo se tiene en la elección de un ajuste adecuado para los datos de la profundidad de la marea y cuando se relaciona con la capacidad fundamental UOL (utilización de operaciones y lenguaje simbólico), que tiene la media más baja de 1,59. Se destacan dos situaciones: la justificación de los extremos e intervalos de monotonía de la actividad 4 (más precisamente en el punto de no derivabilidad), y en la actividad 5 cuando tuvieron que justificar analíticamente las diferentes posibilidades. Autores como Costa Llobet (2011), Cervantes-Barraza; et al (2017) y Ríos-Cuesta (2023) señalan que cuando el alumno refleja por escrito aspectos de la resolución con GG los resultados son menos favorables. Subrayan que los estudiantes utilizan argumentos esquemáticos que están asociados con la visualización, pero carecen de sustento matemático y se alejan del formalismo, cuestión que también se evidencia en este estudio. Los alumnos pudieron visualizar la influencia del parámetro en la actividad 5, pero no consiguieron justificarla analíticamente en lápiz y papel. Se piensa también que no existe un interés de profundizar o buscar en la bibliografía argumentos válidos, sólo dejan en su producción lo que pueden hacer. Hay que destacar que a lo largo de la experiencia el desarrollo de la capacidad fundamental C (comunicación), con una media de 1,8, fue mejorando, así como también la presentación de las producciones. Las actividades realizadas incidieron positivamente en el desarrollo de la competencia matemática en casi todos los equipos. La situación de aprendizaje contribuyó a mejorar la motivación por el aprendizaje, a favorecer el protagonismo en los estudiantes en la formación de un concepto nuevo con base en sus conocimientos previos. Reflexión común en otros estudios (Zayas-Batista et al, 2024; Romero y Cargano, 2022). Mediante la técnica de ACP se pudieron agrupar las variables: por un lado, UH, R (representación), C y RA y por el otro UOL. En ciertas ocasiones se tomó bien la argumentación si era coherente en su expresión, no así el desarrollo algebraico para justificarla. Como indica Costa Llobet (2011) la traducción matemática con lápiz y papel de lo realizado con medios tecnológicos visuales y manipulativos no es automática en los estudiantes, hay una brecha que las separa.

Respecto a la dimensión afectiva, contestaron el cuestionario 62 estudiantes de Análisis Matemático II. El primer análisis realizado ha sido detectar la fiabilidad del cuestionario construido, entendida como la propiedad que valora la consistencia y precisión de la medida (Rodríguez-Rodríguez y Reguant-Álvarez, 2020). Se eligió el coeficiente Alfa de Cronbach para el total de los ítems, resultando ser de 0.8064, Se considera, por lo tanto, que la escala tiene una buena consistencia interna. En segundo lugar, se realizó un análisis descriptivo, obteniéndose los resultados que se dan en el [Anexo VI](#). Como conclusiones la mayoría de los estudiantes valora la interacción matemática-computadora como ayuda en su aprendizaje proporcionando ejemplos, gráficos y ecuaciones (en concordancia con Barahona et al., 2015 y Salcedo Lagos, 2018) y esto lo acompañan con notas en lápiz y papel. Existe una postura indiferente (esto es, no están de acuerdo ni en desacuerdo) frente a la revisión del material y la concentración sobre las ideas matemáticas debido a que la computadora realiza los cálculos. En cuanto al aprendizaje de la matemática con GG está claro que a una mayoría amplia de estudiantes les gusta, los hace aprender mejor y consideran que el esfuerzo adicional vale la pena. Cuando usan GG en sus tareas perciben el poder de exploración, de cálculos y que no es una pérdida de tiempo aprenderlo. En cuanto a otro tipo de reflexiones varios alumnos quieren mejorar su uso para aprender mejor matemática. También existe un alto porcentaje de estudiantes a los cuales le es indiferente las expresiones como “GG es importante pero no para mi aprendizaje”. “En cuanto a la valoración de la experiencia con Autoguía, a la mayoría le gustó, le pareció interesante, pero varios prefieren la exposición del profesor. Por último, les gusta aprender matemática con tecnología, repitiéndose la valoración de los elementos gráficos, los ejemplos, los cálculos y la retroalimentación inmediata. Si se analizan los ítems en su conjunto, independientemente de la dimensión donde se encuentran, los más valorados son aquellos que se basan en el software o computadora como elementos de exploración, de creación de ejemplos, realización de cálculos y gráficos.

[Ver referencias bibliográficas en el Anexo III](#)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

**B. Informar cada producción con filiación UNLaM que derive de la presente investigación (artículo de revista/papers, libro, parte de libro, trabajos en eventos publicados/ponencia, etc.).**

**Anexar los textos de las producciones en SIGEVA UNLAM.<sup>3</sup>**

Tipo de Producción	Trabajos en eventos C-T publicados
Título	Estudio de la Actitud de los Estudiantes de Ingeniería en el Aprendizaje de la Matemática con Tecnología
Autor/es	Betina Williner y Romina Romano
Editorial	Universidad Nacional de Avellaneda
Fecha	12 y 13 de junio
Situación	En prensa
DOI y/o Enlace/link (solo si está publicado)	

Tipo de Producción	Trabajos en eventos C-T publicados
Título	Competencia matemática y uso de tecnología en Cálculo Diferencial de carreras de ingeniería
Autor/es	Betina Williner, Carina Hamilton y Marcela Reale
Editorial	UTN
Fecha	13 y 14 de agosto
Situación	En prensa
DOI y/o Enlace/link (solo si está publicado)	

Tipo de Producción	Artículos publicados en revistas
Título	Competencia matemática y uso de tecnología en Cálculo Diferencial de carreras de ingeniería
Autor/es	Betina Williner
Editorial	Revista UNION- Revista Iberoamericana de Educación Matemática
Fecha	De aceptación 12 de junio de 2025
Situación	En prensa
DOI y/o Enlace/link (solo si está publicado)	

<sup>3</sup> Los archivos deberán estar en formato PDF, a texto completo. Podrán ser publicados en el Repositorio Digital UNLaM, bajo Licencias Creative Commons. Será evaluada la inclusión en el Repositorio aquellas publicaciones que poseen una licencia diferente o declaración de copyright.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

**C. Vinculación<sup>4</sup>:** Indicar conformación de redes, intercambio científico con actores externos, con otros grupos de investigación; desarrollos; con el ámbito productivo o con entidades públicas, etc. Desarrolle en una página.

**D. Otra información. Incluir toda otra información que el Director considere pertinente.**

**E. Cuerpo de anexos:**

- Anexo I:
  - FPI-013: Evaluación de alumnos integrantes. (de corresponder)
  - FPI-014: Comprobante de liquidación y rendición de viáticos. (de corresponder)
  - FPI-015: Rendición de gastos del proyecto de investigación.
  - FPI-038: Formulario de reasignación de fondos en Presupuesto. (de corresponder)
- Anexo II: FPI 017 <sup>5</sup> Alta patrimonial de los bienes adquiridos con presupuesto del proyecto.
  - Disposición del Decano y nota de elevación del Director del Proyecto justificando “alta y/o” baja de cada integrante del equipo de investigación.

Dra. Betina Williner

Fecha:

<sup>4</sup> Entendemos por acciones de “vinculación” aquellas que tienen por objetivo dar respuesta a problemas, generando la creación de productos o servicios innovadores en articulación con el entramado socio-productivo.

<sup>5</sup> Solo ante la presentación del Informe Final.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

**Anexo I-II: sin datos**



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

### Anexo III: Marco teórico

El marco teórico en el que sustenta la investigación tiene los siguientes pilares: competencia matemática, uso de tecnología en la clase de matemática y actitud hacia la matemática cuando se usa de tecnología.

#### *La Competencia Matemática*

A la hora de evaluar el aprendizaje de los estudiantes se toma la corriente que se enfoca en el desarrollo de la competencia matemática como se definió en la introducción. Esta competencia global se articula con siete capacidades fundamentales: comunicación, matematización, representación, razonamiento y argumentación, diseño de estrategias para resolver problemas, uso de operaciones y lenguaje simbólico y uso de herramientas (OCDE, 2017):

Se definen las que se usan en este artículo:

- Comunicación (C): la lectura e interpretación de enunciados, preguntas, tareas u objetos le permite al estudiante formar un modelo mental de la situación. Durante el proceso de resolución, puede ser necesario resumir y presentar los resultados intermedios o finales.
- Representación (R): la competencia matemática suele implicar la selección, interpretación, traducción y la utilización de una variedad de representaciones (gráficos, tablas, diagramas, imágenes, materiales concretos, fórmulas y ecuaciones) para plasmar una situación, interactuar con un problema o para presentar un trabajo propio.
- Razonamiento y argumentación (RA): involucra hace referencia a procesos de pensamiento que exploran y conectan los elementos del problema para realizar inferencias a partir de ellos, comprobar una conclusión dada, o proporcionar una justificación de los enunciados o soluciones a los problemas.
- Utilización de operaciones y lenguaje simbólico y formal (UOL): significa la comprensión, interpretación, manipulación y utilización de expresiones simbólicas en un contexto matemático y uso de constructos formales basados en definiciones, reglas y propiedades.
- Uso de herramienta (UH): involucra conocer y saber utilizar herramientas (físicas o tecnológicas) como ayuda a la actividad matemática y ser conscientes de sus limitaciones.

#### *Uso de Tecnología en el Aula de Matemática*

La tecnología se ha integrado plenamente en la educación universitaria, ofreciendo a los docentes una amplia gama de herramientas. Este trabajo explora el uso del software matemático GG, junto con plataformas como Genially y Educaplay, además de recursos audiovisuales.

GG, un software de geometría dinámica de código abierto ampliamente utilizado durante las últimas dos décadas facilita la enseñanza de la matemática en diversos niveles. Su versatilidad abarca geometría, álgebra, hojas de cálculo, gráficos, estadística y cálculo, permitiendo la creación de actividades dinámicas. Su interfaz intuitiva y sus potentes funciones lo convierten en una herramienta de autoría valiosa para generar materiales interactivos como sitios web y applets. Además, GG ha cultivado una comunidad global de millones de usuarios que comparten recursos y experiencias, impulsando la innovación educativa en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática a nivel mundial. Su disponibilidad en diversas plataformas móviles y de escritorio asegura su accesibilidad (GeoGebra, 2025)

Por otro lado, se dispone de herramientas que provee la web para crear momentos en el aula en donde se desarrolla teoría y se dan ejemplos. Estos recursos permiten, entre otras cosas, valorar la comprensión de los alumnos en forma autónoma de una manera amena y dinámica. Se considera que la combinación de éstos enriquece la clase y motiva tanto a alumnos como a docentes. Dentro de las aplicaciones mencionadas se tienen: Genially, Educaplay.

#### *Actitud hacia el aprendizaje de la matemática cuando se usa tecnología*

De acuerdo con lo que establecen García López et al (2018) no existe una definición clara y unificada del constructo actitud. En general se define a través de los instrumentos utilizados para medirla. Estos autores indican que, a pesar de esto, hay una diferencia entre actitudes matemáticas (de carácter cognitivo, que tienen como objeto las actividades y procesos matemáticos) y actitudes hacia la matemática (de carácter afectivo). Respecto a esta última se incluyen la motivación y el disfrute, la autoconfianza, la utilidad percibida, el interés, la satisfacción. En cuanto a la primera se pueden considerar como ejemplos: la perseverancia, la flexibilidad de pensamiento, el espíritu crítico, el rigor, etc. Tienen que ver con el quehacer matemático.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

En este caso interesa la actitud hacia la matemática y más específicamente, cuando se usa tecnología. Al respecto Hart (1989, citado en Gómez Chacón, 2010) define actitud hacia la matemática como “una forma articulada por las emociones que el sujeto asocia con las matemáticas (positivas o negativas), por las creencias que tiene sobre las matemáticas y por el comportamiento con el que actúa” (p. 228).

Gómez Chacón (2010) indica que las actitudes hacia la matemática se refieren a la valoración y al aprecio de esta disciplina y al interés por esta materia y por su aprendizaje, y subraya más la componente afectiva que la cognitiva; aquélla se manifiesta en términos de interés, satisfacción, curiosidad, valoración. Esta autora no define actitud hacia el aprendizaje matemático con tecnología, pero sí enumera una serie de dimensiones clave para su evaluación: confianza, motivación y compromiso en matemática, confianza, motivación por el ordenador e interacción entre ordenador y matemáticas.

En López et al (2010) se muestra el diseño y la validación de un cuestionario para medir las actitudes de los estudiantes con respecto al uso de tecnología en la actividad matemática y en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Está formado por 35 ítems y para su construcción los autores analizaron escalas previamente validadas en diferentes investigaciones. Los ítems resultantes se dividen en:

1. Interacción entre el ordenador y la matemática
2. Actitudes hacia el aprendizaje de la matemática usando tecnología
3. Actitudes del uso de la tecnología en el aprendizaje de la matemática
4. Experiencias de matemática con tecnología
5. Matemáticas y tecnología

Los estudiantes debían indicar su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones propuestas por medio de una escala de Likert de cinco valores. Los autores realizaron un análisis factorial que les permitió concluir que el test de actitudes elaborado es confiable para determinar las actitudes de los estudiantes hacia el uso de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas.

#### Referencias bibliográficas del Marco Teórico y del Resumen del proyecto

- Barahona, F., Barrera, O., Vaca, B e Hidalgo. (2015). GeoGebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil. *Revista Tecnológica ESPOL (RTE)*, 28 (5), 121-132.
- Cervantes-Barraza, J., Cabaña-Sánchez, G. y Ordoñez-Cuastumal, J.S. (2017). El poder persuasivo de la refutación en argumentaciones colectivas. *BOLEMA*, 31 (59), 861-879.
- Costa Llobet, J. (2011). Plataforma de matematización en un entorno GeoGebra dentro de un planteamiento didáctico “desde abajo hacia arriba”. *Enseñanza de las ciencias*, 29 (1), 101-114.
- García López, M., Romero Albaladejo, I. y Gil Cuadra, F. (2021). Efectos de trabajar con GeoGebra en el aula en la relación afecto-cognición. *Enseñanza de las Ciencias*, 39 (3), 177-198.
- GeoGebra. (2025) ¿Qué es GeoGebra? <https://www.geogebra.org/about?lang=es>
- Gómez Chacón, I. M. (2010). Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (2), 227-244.
- López, R., Castro, E., Molinas, M. y Moreno, L. (2010). *Elaboración y Validación de un cuestionario de actitudes hacia el uso de la tecnología para el aprendizaje de las matemáticas*. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/279492507\\_Elaboracion\\_y\\_validacion\\_de\\_un\\_cuestionario\\_de\\_actitudes\\_hacia\\_el\\_uso\\_de\\_la\\_tecnologia\\_para\\_el\\_aprendizaje\\_de\\_las\\_matematicas](https://www.researchgate.net/publication/279492507_Elaboracion_y_validacion_de_un_cuestionario_de_actitudes_hacia_el_uso_de_la_tecnologia_para_el_aprendizaje_de_las_matematicas)
- OCDE (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias, Versión preliminar*. [https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/ebook%20-%20PISA-D%20Framework\\_PRELIMINARY%20version\\_SPANISH.pdf](https://www.guao.org/sites/default/files/biblioteca/ebook%20-%20PISA-D%20Framework_PRELIMINARY%20version_SPANISH.pdf)
- Ríos-Cuesta, W. (2023). Tasks to promote argumentation in math class based on Dynamic Geometry Software. *Rastros Rostros*, 25 (2), 1-17.
- Rodríguez-Rodríguez, J. y Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE*, 13 (2), 1-13.
- Romero, L. y Camargo, L. (2022). Potencial del modelo de tareas tecno-pedagógicas para promover procesos de conjeturación en estudiantes universitarios. *PNA*, 16 (2), 141-166.



Salcedo

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Lagos, P.  
(2018). *La  
noción de*

*función: su enseñanza aprendizaje realizando transformaciones de registros de representación con el apoyo de GeoGebra.* Trabajo final para obtener el título de Magister en Didáctica de la Matemática. Universidad de Concepción.

Williner, B. (2024). Influencia de tareas con software GeoGebra en el desarrollo de la competencia matemática en estudiantes de ingeniería. *BOLEMA*, 38, 1-22.

Zayas-Batista R., Escalona-Reyes, M., Estupiñán-González, R. y Cedeño-Intriago, R. (2023). El proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la matemática superior en las carreras de Ingeniería. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 3(1), 37-46.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

## Anexo VI: la situación de aprendizaje

### Consideraciones de diseño

En el primer año de investigación se elaboró la situación de aprendizaje sobre los conceptos de intervalos de crecimiento (IC), intervalos de decrecimiento (ID) y extremos relativos (ER) de una función. Dado que la misma parte de los saberes previos de los alumnos y tiene como objetivo construir conocimiento a través de las actividades, se diseñaron:

- Actividades de exploración: su objetivo es indagar qué sabe el alumno sobre un determinado tema, ya sea desde sus ideas intuitivas como desde sus conocimientos previos. Dan una visión general, el punto de partida del proceso de aprendizaje para luego, mediante las actividades de descubrimiento, trabajar sobre los conceptos involucrados y sus relaciones.
- Actividades de descubrimiento: se organizan pensando en el proceso de aprendizaje como proceso de construcción de conocimiento. Pretenden que el alumno establezca relaciones para ir formándose la idea de los nuevos conceptos, propiedades y correspondencias que dan solución a la situación planteada. Las producciones de los alumnos constituyen la base de donde parte el docente para formalizar contenidos, propiedades, etc.
- Actividades finales: evalúan todo lo realizado anteriormente.

A su vez se tuvo en cuenta:

- Conocimientos previos: los alumnos ya cursaron Análisis Matemático I, por lo que sabían trabajar con funciones en contexto, derivar, conocían la interpretación geométrica de la derivada y sabían manipular el software GG.
- Objetivo general propuesto: identificar y calcular intervalos de monotonía de una función y extremos relativos.
- Modalidad de trabajo: en equipos de tres personas. Algunas sesiones fueron domiciliarias, otras presenciales.
- Soporte: la situación de aprendizaje se plasmó en una sección llamada “Autoguía” que tiene la plataforma de la Universidad y a la cual se puede acceder desde la computadora, dispositivo móvil o tableta.

### Actividades y Capacidades fundamentales promovidas

La situación de aprendizaje está formada por cinco capítulos (para mayor detalle ver Williner y Suelves, 2024). En el capítulo 1, denominado “Introducción” se brinda una hoja de ruta, un video sobre la importancia de los conceptos tratados en contextos extra matemáticos y los objetivos propuestos.

El capítulo 2 comienza con la Actividad 1 considerada de exploración:

#### Actividad 1

- ◆Consigna: dada a través de: <https://view.genially.com/65fd6e74a0add40014b71611>
- ◆Descripción de la actividad: los alumnos se involucraron con una situación de modelización sencilla y guiada. Tuvieron que buscar los datos de la profundidad del agua en algún mareógrafo del sitio web indicado, armar la lista de puntos para realizar el ajuste en el software GG, elegir un ajuste adecuado y comunicar todo lo realizado en forma escrita. Trabajaron con distintos registros: verbal y numérico (a partir de la tabla de datos del sitio web), numérico, analítico y gráfico en GG.
- ◆Análisis preliminar de capacidades fundamentales: de acuerdo con las acciones a realizar por los estudiantes y las capacidades fundamentales asociadas a la competencia matemática brindadas en el marco teórico, se procedió a realizar un análisis preliminar de aquellas que estaban en juego cuando los estudiantes resolvían la actividad (Tabla 1)

Acciones	Capacidad fundamental asociada
Leer la introducción y la consigna de la actividad/Recopilar los datos del sitio web	C-UH
Incorporar los datos a GG a través de una tabla y lista de puntos	UH
Elegir, obtener y justificar la función que mejor modela los datos ingresados usando GG	RA/UH
Elegir modelo trigonométrico	RA



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Definir la función obtenida como terna (registro gráfico a registro analítico en contexto)	R
Resumir y comunicar todo lo realizado	C

Tabla 1. Capacidades fundamentales asociadas a la Actividad 1

Luego continúa la Actividad 2, también de exploración:

### Actividad 2

◆Consigna: se dio mediante un mensaje de audio que contiene el siguiente texto “En esta actividad vamos a trabajar con el archivo de GG que contiene la función que modela la profundidad de la marea en un determinado lugar y día obtenida en la actividad 1. El dominio de esa función tiene que ser el intervalo  $[0,24]$ . Necesitan usar el software GG instalado en la computadora (GG clásico versión 5 o 6). Busquen la herramienta "Inspección de funciones", elijan un intervalo de 12 horas dentro del dominio en el cual, usando esa herramienta, puedan identificar en qué momentos la marea tenía menor profundidad, en cuál la mayor y cuál fue la medida de esa profundidad en los dos casos. Además, en ese mismo intervalo elegido, queremos que indiquen los intervalos de tiempo donde la profundidad de la marea creció y en cuáles disminuyó. A su vez, en la pestaña Punto, van a poder ver la recta tangente en todos esos puntos. ¿Existe alguna relación entre el signo de esa pendiente y el crecimiento o decrecimiento de la profundidad de la marea? ¿qué sucede en los puntos de máxima o mínima profundidad? Elaboren un informe con todo lo analizado que será la producción de esta actividad. Lo realizado se entrega en un archivo PDF con nombre Equipo\_n°Actividad2”

◆Descripción de la actividad: a través de pasos guiados y con diferentes registros, en forma intuitiva, todavía no formal, los alumnos se involucraron en las ideas de monotonía, extremos y la relación de éstos con el signo de la derivada o con la nulidad a través de la pendiente de la recta tangente o no existencia de la misma.

◆Análisis preliminar de capacidades fundamentales:

<b>Acciones</b>	<b>Capacidad fundamental asociada</b>
Identificar intervalos de monotonía en contexto	R-UH
Identificar extremos relativos en contexto	R-UH
Relacionar la pendiente de la recta tangente con los intervalos de monotonía	R-RA-UH
Relacionar la pendiente de la recta tangente con los extremos relativos	R-RA-UH
Resumir y comunicar todo lo realizado	C

Tabla 2. Análisis preliminar de la Actividad 2

La situación de aprendizaje continua con el capítulo 3 que comienza con una infografía titulada “Algo de teoría”. En la misma se los invita a los estudiantes (mediante una consigna de voz) a recorrerla del modo que ellos quieran, se les indica que tiene definiciones, ejemplos y videos sobre el tema. Contiene las definiciones de función estrictamente creciente y decreciente en un intervalo (con muy buenos gráficos que se amplían al tocar), Luego se brinda un video sobre los mismos conceptos. A continuación, se definen extremos relativos y absolutos de una función. También se brinda un video y un ejemplo gráfico de una función continua en  $\mathbb{R}$  (polinómica). Se completa con una autoevaluación en GG no obligatoria. Luego sigue la actividad 3.

### Actividad 3

◆Consigna: Usando el Applet de GeoGebra: <https://www.geogebra.org/m/xtgwwhgr>

1. Hallar el dominio de cada una de las funciones.
2. Ingresaren f1 el Applet. ¿Cuándo es creciente? ¿Y decreciente?
3. Tildar / Ver  $f'(x)$ . ¿El gráfico de la derivada es correcto? ¿Por qué?



niendo  
la

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

4.Te-  
en cuenta  
respuesta

del ítem 4, tildar  $f'(x) > 0$  y  $f'(x) < 0$ .

5. ¿Hay alguna relación entre el signo de la derivada y el crecimiento y decrecimiento de  $f_1$ ? Explica con tus palabras.

6. ¿ $f_1$  tiene extremos relativos? Hallarlos.

7. Repetir las consignas 2 a 6 para las demás funciones.

♦ Descripción de la actividad: la actividad induce a encontrar la relación de los conceptos involucrados, pero no demostrar o justificar. Sólo consiste en mirar los resultados del software e ir escribiéndolos en lápiz y papel para luego, con ayuda del material siguiente, formalizar.

♦ Análisis preliminar de las capacidades fundamentales:

Acciones (por cada función dada)	Capacidad fundamental asociada
Calcular dominio	UH-UOL
Calcular intervalos de monotonía	R
Calcular dominio de la derivada	R-UOL
Calcular extremos relativos	UH-R-UOL
Relacionar signo de la derivada con los intervalos de monotonía	R-RA

Tabla 3. Análisis preliminar de la Actividad 3

A modo de cierre del capítulo 3 se brinda un video con un ejercicio resuelto del estudio de los IC, ID, ER de una función polinómica.

El capítulo 4 consiste en formalizar lo analizado hasta este momento. Comienza con la definición de punto crítico, continúa con un video interactivo en el que se muestra el método de cambio de signo de la derivada primera para saber si un punto crítico con derivada es o no extremo. Sigue una presentación en Genally con el caso de un punto crítico sin derivada y concluye con una infografía interactiva.

El capítulo 5 está formado por actividades finales, a saber:

#### Actividad 4

♦ Consigna: Inventar una función con dos puntos críticos: uno con derivada y otro sin derivada. Al menos uno de ellos tiene que ser extremo relativo de dicha función. La producción para entregar debe ser en formato PDF (con nombre Equipo\_n°Actividad4) y debe contener:

- la explicación de cómo inventaron esa función (si se ayudaron con GG explicar cómo)
- el cálculo de los puntos críticos
- el estudio de los extremos y los intervalos de monotonía
- el gráfico aproximado en GG

Nombre del archivo: Equipo\_n°Actividad4

♦ Descripción de la actividad: los alumnos deben inventar una función con características determinadas y justificar su elección. La tarea demanda que los estudiantes exploren diversas situaciones (con el software o en lápiz y papel), comprendan procesos matemáticos, verifiquen y comuniquen la idea producida.

♦ Análisis preliminar de capacidades específicas:

Acciones	Capacidad fundamental asociada
Inventar una función con las características dadas. Punto crítico con y sin derivada	RA-UH
Justificar analíticamente dominio y asíntotas	UOL-RA



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Justificar analíticamente puntos críticos	UOL-RA
Justificar analíticamente intervalos de monotonía	UOL-RA
Comunicar todo lo realizado	C

Tabla 4. Análisis preliminar de la Actividad 4.

#### Actividad 5

♦Consigna: Estudiar, usando GeoGebra, cómo cambian los extremos e intervalos de monotonía de la función  $f: R \rightarrow R/f(x) = x^5 + ax^4 + ax^2$ , a medida que varía el parámetro  $a$  real. Como producción tienen que entregar dos archivos: uno con todas las conclusiones y justificaciones analíticas que realizaron (en formato PDF impreso y por MIEI) y el otro el archivo de GeoGebra que usaron para estudiar la situación. Los archivos que entreguen se deben llamar Equipo\_n°Actividad5. Vamos a evaluar: el uso del software, las conclusiones extraídas (claridad en la expresión) y la justificación de lo visualizado en el programa (en forma analítica).

♦Descripción de la actividad: requiere que los estudiantes exploren diversas situaciones con el software en forma libre (no pautada), comprendan y relacionen conceptos matemáticos, trabajen en dos registros al menos, verifiquen y comuniquen las ideas producidas. A su vez existe primero una etapa de manipulación y visualización con el programa, otra de establecer conjeturas y una última, en entorno de lápiz y papel, para formalizar lo analizado.

♦Análisis preliminar de capacidades fundamentales

<b>Acciones</b>	<b>Capacidad fundamental asociada</b>
Análisis de los extremos relativos e intervalos de monotonía a medida que varía el parámetro usando GG	UH
Comunicación en forma clara y precisa de la conjetura que extrajo sobre extremos/intervalos de monotonía	C-RA-R
Fundamentación en forma analítica en lápiz y papel de lo conjeturado.	RA-UOL

Tabla 5. Análisis preliminar de la Actividad 5

#### Referencias bibliográficas

Williner, B. y Suelves, N. (2024). Diseño de una Situación de Aprendizaje para Promover la Competencia Matemática con Apoyo de Tecnología, en Carreras de Ingeniería en Informática. XII Congreso Nacional de Ingeniería Informática-Sistema de la información. En prensa



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

## Anexo V: resultados y análisis sobre capacidades fundamentales

### Análisis de frecuencias relativas

Se muestra a continuación el análisis de frecuencias relativas correspondiente a la Actividad 1 (tener en cuenta las tablas presentadas sobre el análisis preliminar de capacidades fundamentales para cada una de las actividades):

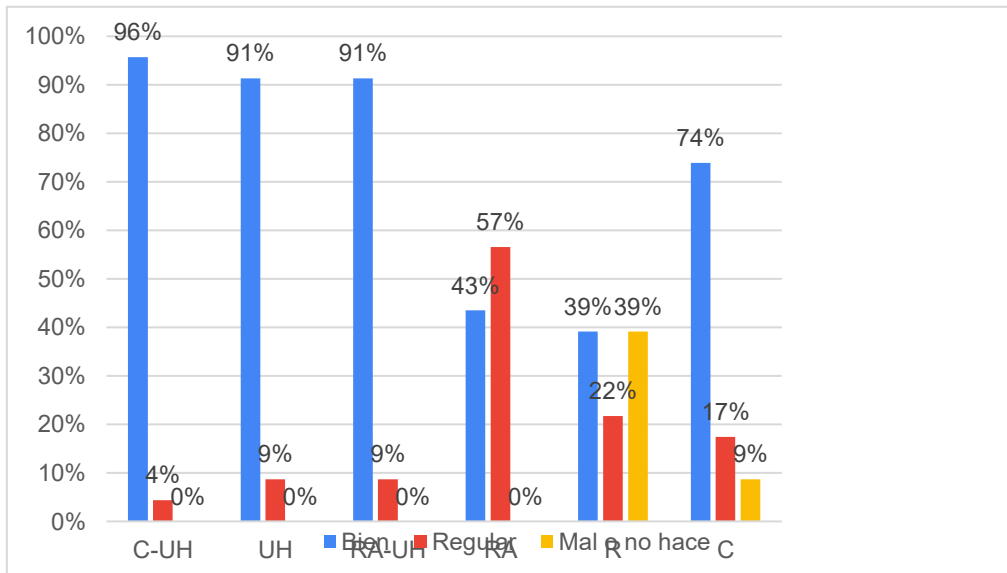


Figura 1. Frecuencias relativas Actividad 1. Fuente propia

De la Figura 1 se puede observar un muy buen desempeño en las capacidades que involucran el uso de GG: ingreso de datos en la tabla, acciones llevadas a cabo para obtener el ajuste que usaron y justificación del mismo. En cuanto a esto último se aclara que se valoró bien si la justificación era adecuada y clara, no así el modelo elegido. En la capacidad fundamental RA (sola) se valoró la elección de modelo trigonométrico. Muchos equipos eligieron polinómico (57%) sin observar el comportamiento más allá de los datos ingresados. Varios equipos no indicaron si habían probado con otro ajuste o no. Algunos equipos explicaron que el mejor ajuste era el trigonométrico pero que, si sólo miraban el intervalo que estudiaron, convenía el polinómico.

En cuanto a la expresión de la función en contexto los resultados no fueron tan satisfactorios. En general no consideraron la función como terna, a pesar de la insistencia en clase, o, si la escribieron, mantuvieron la variable  $x$  dada por el software



en vez

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

de, por ejemplo, denominarla

“t” como usualmente se describe el tiempo. En cuanto a la comunicación de todo lo realizado, si bien el porcentaje de Bien es alto, varios equipos escribieron de forma muy escueta y sintética, sin explayarse en todo lo que hicieron. Se muestran algunas producciones:

$P: [0,24] \rightarrow [0.41,2.21]/P(t) = 1.13 + 0.56\text{sen}(0.54t - 2.82)$

Esta función obtenida representa la profundidad que tenga la marea durante el tiempo transcurrido de 24hs.

Figura 2. Parte de la producción de un equipo. Fuente propia

Este equipo brindó la función resultante sin ningún tipo de explicación. En la figura 3 se muestra otra producción, en donde justifican la elección sobre el ajuste elegido y, se intuye que estuvieron investigando sobre este tipo de fenómenos, omiten la función como terna:

Lo siguiente fue utilizar la entrada Ajuste y elegir cual de todas las opciones utilizar. Decidimos que el ajuste adecuado era el “AjusteSeno” ya que, aunque había otras que parecían coincidir con los puntos como el “AjustePolinómico”, según lo leído sobre la mareas al principio del trabajo y viendo el comportamiento de la profundidad de la marea al pasar el tiempo con los datos obtenidos la función seno nos pareció que representaba mejor este comportamiento. Como la diferencia entre la mayor y menor altura del mar dependen de la posición de la luna y el sol respecto a la tierra, se tiene un ciclo y un periodo que puede ser representado por la función seno que tiene estas características. Además los pleamares y bajamares (la entrada y salida del agua) asemejan el oscilamiento que ocurre en este tipo de función.

De esta forma obtuvimos la función:

$m(t) = 0.7 + 0.19 \sin(0.54t + 0.009)$

Figura 3. Parte de la producción de un equipo. Fuente propia

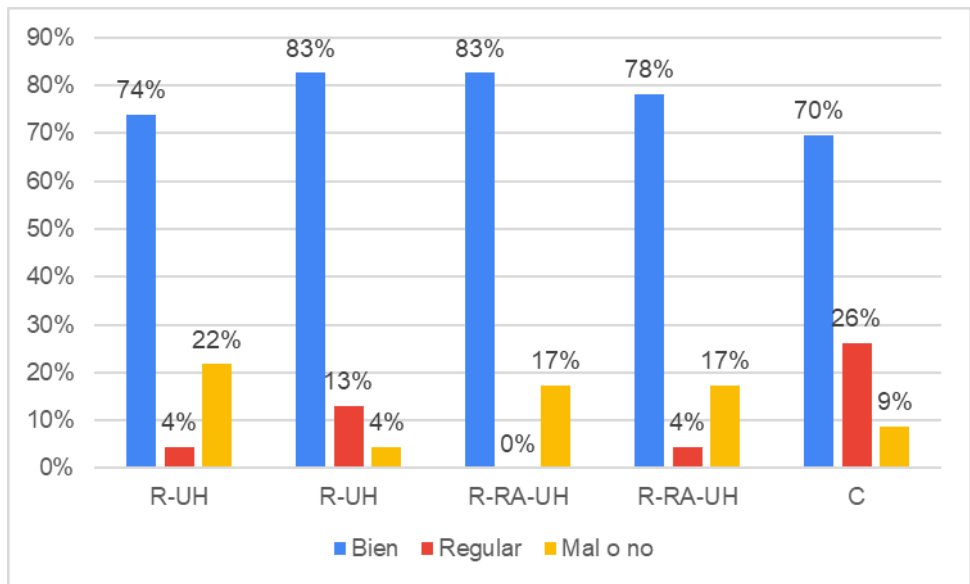


Figura 4. Frecuencias relativas Actividad 2. Fuente propia

En la actividad 2 (Figura 4) la mayoría de los equipos evidenció todas las capacidades fundamentales asociadas. Los pocos errores que cometieron se debieron a: o poner algún intervalo de monotonía cerrado, o si algún extremo en el intervalo elegido era absoluto y no relativo, no hacer diferencia o no explicar qué diferencia había en cuanto a la pendiente de la recta tangente en esos puntos. La relación entre el signo de la derivada y los intervalos de monotonía fue escrita por el 83% de



los  
así  
también

<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

equipos,  
como  
entre la

derivada cero y los extremos relativos. La tarea no pedía ningún trabajo analítico, sólo 2 equipos lo hicieron. Tampoco se pedía relacionar el cambio de signo de la derivada primera en los extremos relativos. La idea era un primer acercamiento a esta relación, en forma gráfica. Algunos trabajos fueron excelentes en cuanto a mostrar lo que iban obteniendo en GG y sus conclusiones y otros muy escuetos.

Se decidió dar el gráfico de frecuencias relativas de la Actividad 3 (Figura 5) a través de cada función ya que las capacidades analizadas son las mismas en cada una. El objetivo fue diferenciar cada tipo de función que intervenía en dicha tarea.

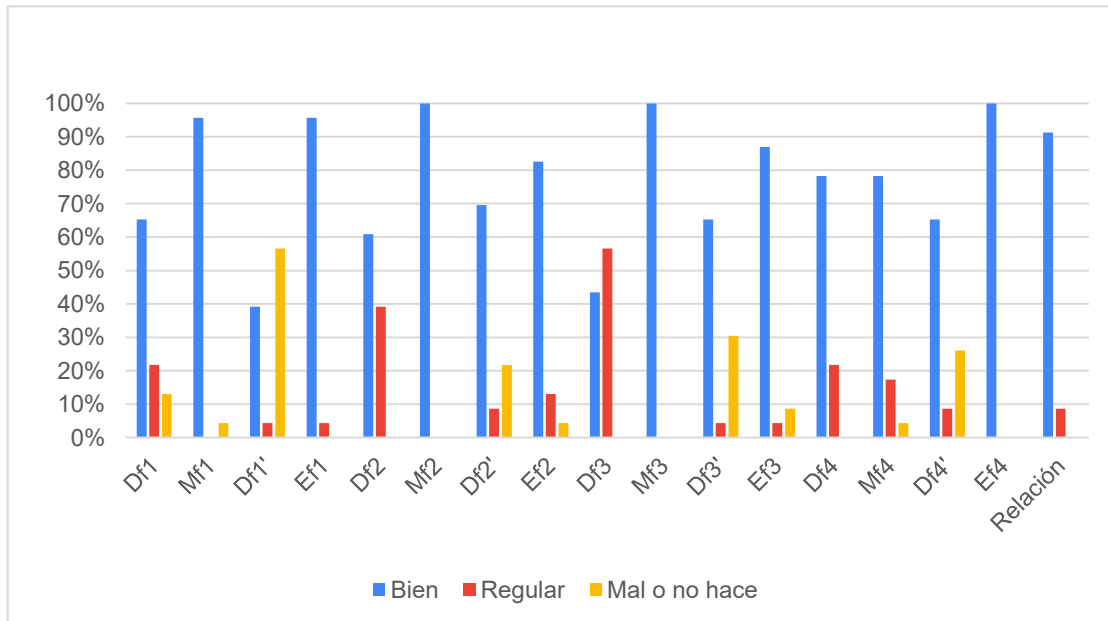


Figura 5. Frecuencias relativas Actividad 3. Fuente propia

Los resultados fueron muy buenos en casi todas las capacidades fundamentales. Analizamos aquellas donde los resultados no son tan favorables:

- Dominio de  $f_1'$ : GG lo marca en forma errónea (proviene de una función logarítmica) y los estudiantes no analizaron tal situación a pesar de que tenían graficadas las dos funciones juntas (ven que la función original no está definida en el intervalo  $(-2,2)$  y su derivada sí y escriben mal el dominio de ésta)
- Dominio de  $f_2$ : si bien la mayoría indicó bien el dominio ( $\mathbb{R}$ ), algunos equipos no lo justificaron en forma adecuada o no lo justificaron, de allí la cantidad de valoración regular. Por ejemplo: “la función exponencial no tiene restricciones, por eso el dominio es  $\mathbb{R}$ ”, “es composición de funciones continuas en  $\mathbb{R}$ , por eso su dominio es  $\mathbb{R}$ ” (sin indicar cuáles eran las funciones que se estaban componiendo).
- Dominio de  $f_3$ : la valoración Regular se debe a que el equipo no justificó cómo calculó el dominio de la función o realizó una justificación no adecuada. Por ejemplo: “al ser una función exponencial el dominio es  $\mathbb{R}$ ” o “el dominio es  $\mathbb{R}$  por ser un polinomio”, etc.
- Dominio de  $f_3'$ : varios equipos indicaron la función derivada sin calcular su dominio.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

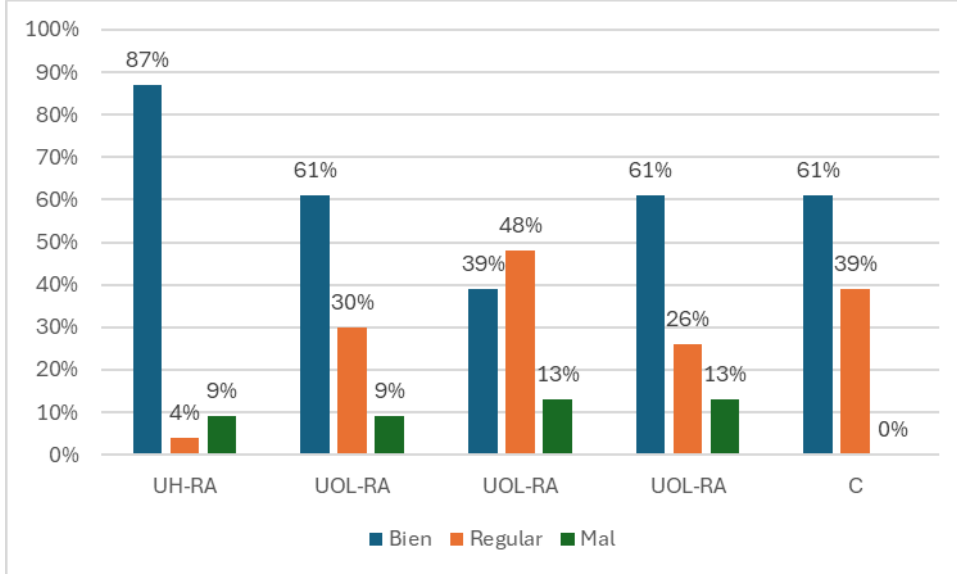


Figura 6. Frecuencias relativas Actividad 4. Fuente propia

En la actividad 4 (Figura 6) todos los equipos, salvo uno, explicaron cómo crearon la función con las características pedidas. Muchos combinaron algún polinomio con una función que contenía valor absoluto, otros apelaron a exponentes fraccionarios y otros a funciones definidas por tramos. Algunos equipos indicaron que se ayudaron con GG para ir viendo diferentes posibilidades, pero esto no quedó reflejado en el archivo que enviaron. En este ítem está valorada la explicación en sí misma de cómo crearon la función.

La función obtenida cumplió con las características solicitadas en el 87% de los equipos. Fueron dos los equipos que brindaron una función racional y consideraron como punto crítico al valor excluido del dominio. El equipo que tuvo valorado con Regular presentó una función definida por tramos, discontinua en un punto que no lo consideraron como punto crítico. Un error común fue considerar una función polinómica a aquella que tiene valor absoluto.

En cuanto al dominio la totalidad de los equipos lo calculó bien. La dificultad se encontró en la justificación de las asíntotas, es decir, en la capacidad fundamental RA y UOL. La mayoría de los equipos argumentó que la función no tenía asíntota vertical porque el dominio era el conjunto de números reales. En cuanto a las asíntotas horizontal u oblicua varios equipos las justificaron verbalmente, sin hacer el cálculo de los límites correspondientes.

En cuanto a los puntos críticos, si bien la mayoría (87%) de los equipos los señaló bien, el 48% justificó mal, o no lo hizo, al punto crítico sin derivada. Esto es no calcularon las derivadas laterales por definición o lo hicieron en forma incorrecta. El 13% que hallaron mal los puntos críticos correspondió a equipos que, o hicieron mal la derivada, o no estaban bien justificados ninguno de los dos o consideraron un punto crítico a aquel valor fuera del dominio de la función elegida.

En el caso de los intervalos de monotonía, la mayoría de los equipos hizo el cuadro de signo de sin considerar los factores de la derivada, es decir en forma directa. Por ejemplo, este equipo obtuvo como derivada y su cuadro de signo fue:

	$(-\infty; \frac{-16}{9})$	$\frac{-16}{9}$	$(\frac{-16}{9}; 0)$	0	$(0; +\infty)$
$f'$	+	0	-	No existe	+
$f$	↑ <i>Creciente</i>	Máx relativo	↓ <i>Decreciente</i>	Min relativo	↑ <i>Creciente</i>

Figura 7. Parte de la producción de un equipo. Actividad 4. Fuente propia



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Algunos equipos hicieron el cuadro de signo de la derivada primera, pero no explicitaron sus intervalos de monotonía, de allí la valoración Regular. En los gráficos presentados no se registró el uso de etiquetas o texto para aclarar mejor la situación presentada. Se percibió que copiaron tal gráfico como lo dio el programa.

En cuanto a la comunicación utilizaron frases largas, sin puntuación, y en muchos casos mal redactadas. Muchos presentaron sin una alineación justificada o espacios entre párrafos que no se mantuvieron a lo largo del escrito, etc.

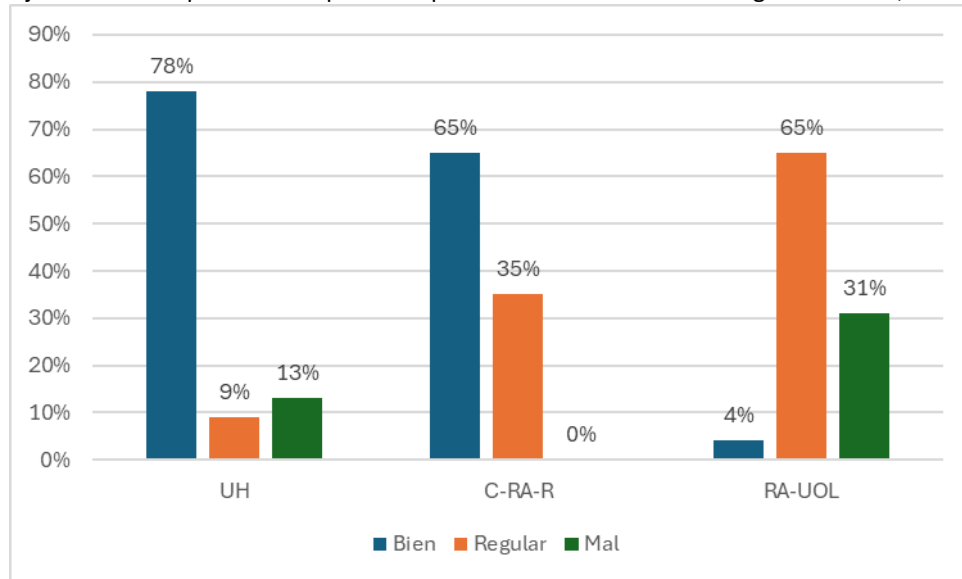


Figura 8. Frecuencias relativas Actividad 5. Fuente propia

En la actividad 5 la derivada de la función es un polinomio de grado 4, con una raíz en  $x = 0$  y otra real que es complicada de obtener en forma analítica ya que anula un polinomio de grado 3 cuyo único cero real no es inmediato o fácil de obtener. Se podría haber aplicado la regla de signos de Descartes para raíces reales de polinomios, obteniendo que si  $a > 0$  existe una única raíz real negativa y si  $a < 0$  una única raíz real positiva. Lo que se pretendía era que, con ayuda del GG, el alumno pueda analizar diferentes situaciones y justificarlas, sin necesidad de calcular dicha raíz. Se sabía que no iban a poder despejar ese punto crítico, pero la intención era observar cómo lograban argumentar.

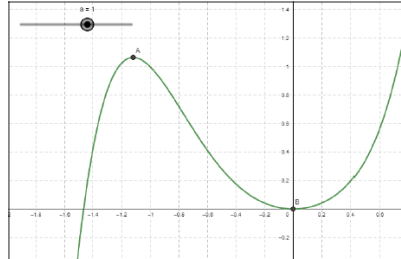
En cuanto a los resultados (Figura 8): el 78% de los equipos identificó los tres casos y explicó correctamente qué sucedía en cada uno. Los valorados con Mal (13%) no escribieron las tres situaciones o la descripción fue incorrecta. Los valorados con Regular (9%) lo hicieron parcialmente (es decir omitieron algún caso). La comunicación fue buena en la mayoría de los equipos. Continuaron trabajando con frases largas, sin signos de puntuación, falta de tildes, etc. En cuanto a la fundamentación: un único equipo argumentó analíticamente por qué si  $a$  era positivo la otra raíz era negativa y viceversa. Los otros trabajaron con casos particulares (65%). Cabe agregar que ningún equipo mencionó que el polinomio de grado 3 que quedaba luego de la factorización de la derivada tenía sólo una raíz real.

Se muestra la fundamentación del único equipo que lo hizo en forma genérica:



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Por otro lado, observamos que para valores tales que  $a > 0$ , el máximo relativo se encuentra entre los valores negativos de "x" pero positivos de "y" (2do cuadrante), mientras que el mínimo relativo se encuentra en el punto (0,0) de forma fija. Cuanto más aumenta "a" más aumentan los valores de "y" y más disminuyen los de "x".



Análiticamente esto lo podemos ver ya que la derivada de f con "a" distinto a 0 es:

$$f'(x) = 5x^4 + 4ax^3 + 2ax$$

A simple vista podemos ver que si  $a > 0$ , entonces para que  $f(x) = 0$  "x" debe ser 0 o debe ser un número negativo (dependiente de "a") para transformar a  $4ax^3 + 2ax$  en una resta a  $5x^4$  (que no importa x, va a dar positivo) y poder llegar a 0.

Por ejemplo, si  $a = 1$  entonces  $f'(x) = 5x^4 + 4x^3 + 2x$  y sus raíces son  $x = 0$  y  $x = -1.1193$

Figura 9. Parte de la producción de un equipo. Actividad 5. Fuente propia

#### Análisis de Componentes Principales

Con el fin de resumir la información cuantitativa de los resultados obtenidos en el apartado anterior se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP). El mismo es una técnica estadística de síntesis de los datos o reducción del número de variables tratando de perder la menor cantidad de información posible. Los nuevos componentes principales o factores son una combinación lineal de las variables originales, y además son independientes entre sí. Un aspecto clave en esta técnica es la interpretación de los factores, ya que ésta no viene dada a priori, sino que es deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales (Terrádez, s.f.). Se utilizó el programa estadístico InfoStat del cual se exponen las salidas. Cada equipo tiene una puntuación para cada capacidad fundamental analizada en cada una de las actividades acorde a las tablas presentadas. La puntuación Bien se valoró con 2, la Regular con 1 y la Mal o No lo hace con 0. De esta manera cada equipo tiene una puntuación para cada capacidad fundamental que se obtiene promediando los niveles logrados en todas las actividades. Esas nuevas variables se llaman "Promedio".

#### Medidas resumen

Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Promedio UH	23	1,69	0,18	1,23	1,93
Promedio C	23	1,80	0,24	1,25	2,00
Promedio RA	23	1,61	0,28	1,00	2,00
Promedio R	23	1,74	0,24	1,13	2,00
Promedio UOL	23	1,59	0,19	1,14	1,82

Figura 10. Medidas de resumen de las variables "Promedio". Salida InfoStat

La variable con mayor media es la Comunicación y la menor el manejo algebraico. El razonamiento y argumentación tiene la mayor desviación estándar. En primer lugar, se analizó la relación entre las variables originales a través del Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson. La matriz de coeficientes de correlación entre las variables junto con sus significancias se muestra en la tabla 6.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

	Promedio UH	Promedio C	Promedio RA	Promedio R	Promedio UOL
Promedio UH	1	0.0001	0.0001	<0.0001	<0.0001
Promedio C	0.73	1	<0.001	<0.001	0.0082
Promedio RA	0.72	0.77	1	<0.001	0.0080
Promedio R	0.77	0.75	0.88	1	0.0058
Promedio UOL	.0.89	0.54	0.54	0.56	1

Tabla 6. Matriz de coeficientes de correlación/probabilidades. Fuente propia.

En la parte triangular inferior se presentan los coeficientes y en la superior los p-value de cada uno de ellos. Si el p-value es menor a 0,05 la correlación es significativa y si es menor a 0,01 es altamente significativa.

Entonces se observa que existe una alta relación directa entre las calificaciones obtenidas en todas las variables. Esto significa que a altas (bajas) calificaciones en una de las capacidades implica altas (bajas) en la otra.

En el ACP se realiza una reducción de dimensionalidad con pérdida mínima de información. En este caso, se parte de una estructura de datos que contiene 5 variables cuyas relaciones van a ser analizadas en un plano bidimensional. Por lo tanto, en primer lugar, se debe analizar de qué magnitud es la explicación de estos dos primeros ejes.

#### Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop	Acum
1	3,87	0,77	0,77	
2	0,67	0,13	0,91	
3	0,27	0,05	0,96	
4	0,13	0,03	0,99	
5	0,05	0,01	1,00	

Figura 11. Resultados InfoStat. Fuente propia.

En la Figura 11, el número remarcado 0,91 indica que los dos primeros ejes que se obtienen en el análisis mencionado explican un 91% de la variabilidad total (se está admitiendo una pérdida del 9%), lo cual es altamente aceptable.

#### Autovectores

Variables	e1	e2
Promedio UH	0,47	0,36
Promedio C	0,44	-0,30
Promedio RA	0,45	-0,39
Promedio R	0,46	-0,33
Promedio UOL	0,40	0,72

Figura 12. Autovectores. Salida InfoStat. Fuente propia.

Las componentes principales son combinaciones lineales de las variables originales cuyos coeficientes son las coordenadas de los autovectores de la matriz de correlación. En la Figura 12 se observan las coordenadas de los dos primeros autovectores que representan las cargas de las variables en las dos primeras componentes. Para decidir la formación de gradientes, uno de los criterios consiste en analizar las correlaciones variable-componente, cuya salida también la proporciona InfoStat.

#### Correlaciones con las variables originales

Variables	CP 1	CP 2
Promedio UH	0,93	0,30
Promedio C	0,86	-0,25
Promedio RA	0,89	-0,32
Promedio R	0,91	-0,27
Promedio UOL	0,79	0,59

Figura 13. Salida InfoStat. Fuente propia.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Usando este criterio, se ve que la variable “Promedio UOL” forma un gradiente oblicuo, del tercer al primer cuadrante, mientras que las demás forman un gradiente horizontal hacia la derecha. Esto es: todas las capacidades estudiadas se agrupan salvo la que corresponde al trabajo algebraico de los estudiantes.

El programa también proporciona un gráfico llamado Biplot en el cual se pueden graficar los gradientes y se ven los equipos simbolizados con puntos. Por cuestión de espacio no se puede brindar un gráfico donde se puedan ver los números de equipo, pero la que suscribe tuvo acceso a esto. Se caracterizaron así tres grupos (marcados en la Figura 14):

Grupo 1: formado por tres equipos (6, 14 y 19). La característica que tienen es que poseen bajas puntuaciones en todas las capacidades incluyendo UOL.

Grupo 2: formado por cinco equipos (1, 4, 8, 10 y 22). Se caracterizan por calificaciones promedios altas para las capacidades que forman el gradiente horizontal y más baja para UOL. Tuvieron buen desempeño en el uso de la herramienta, en la comunicación, en el pasaje de registros y en la argumentación, pero desciende ese desempeño en el manejo algebraico.

Grupo 3: formado por 7 equipos (2, 3, 7, 11, 12, 15, 21) que tienen altas valoraciones en todas las capacidades.

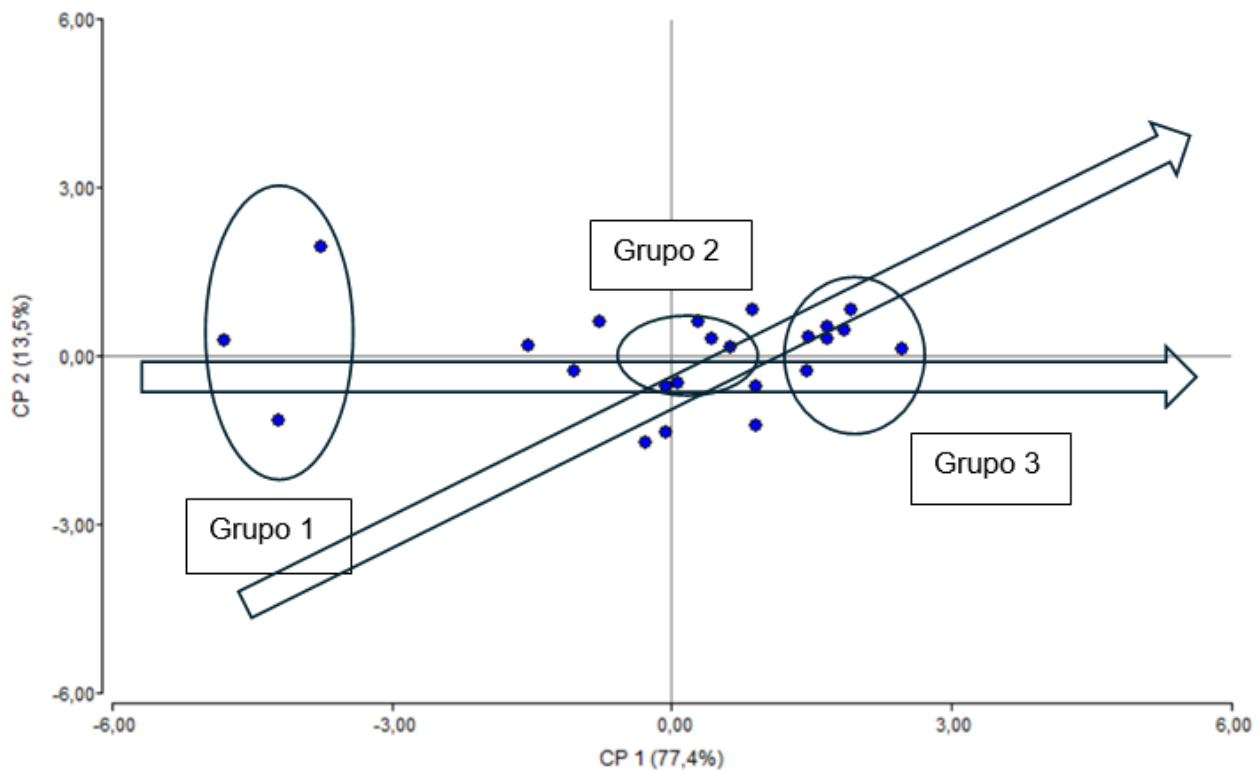


Figura 14. Gráfico Biplot con gradientes y grupos. Fuente propia

#### Referencias bibliográficas

Terrádez, M. (s.f.). Análisis de componentes principales. Recuperado el 2 de mayo de 2017 de [https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes\\_principales.pdf](https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

## Anexo VI: Resultados del cuestionario

Se dan los resultados acordes a la división del cuestionario mostrada en el marco teórico ([Anexo III](#))

*Primera parte: Interacción computadora matemática*

	Enunciado	Media	D.E
1	La computadora me ayuda a aprender mejor la matemática proporcionándome al instante muchos ejemplos de manera interactiva.	4.45	0.67
2	Me resulta difícil comprender la transferencia de ideas de la pantalla de una computadora a mi mente.	2.11	0.77
3	El no tener que preocuparme por los cálculos aritméticos cuando uso la computadora, hace que me concentre mejor en las ideas esenciales de la matemática	3.48	0.97
4	Cuando leo la pantalla de una computadora, tengo la tendencia a pasar por alto los detalles de las ideas matemáticas.	2.44	0.86
5	Considero que el material en la pantalla de una computadora y la copia impresa en papel es útil para tomar notas.	4	0.87
6	Rara vez reviso el material inmediatamente después de que una sesión por computadora ha terminado.	2.79	1.01
7	El seguimiento de las instrucciones tecleadas pone mi atención fuera de la matemática.	2.15	0.9
8	La computadora me ayuda a vincular el conocimiento, como, por ejemplo, la forma de los gráficos y sus ecuaciones.	4.35	0.75

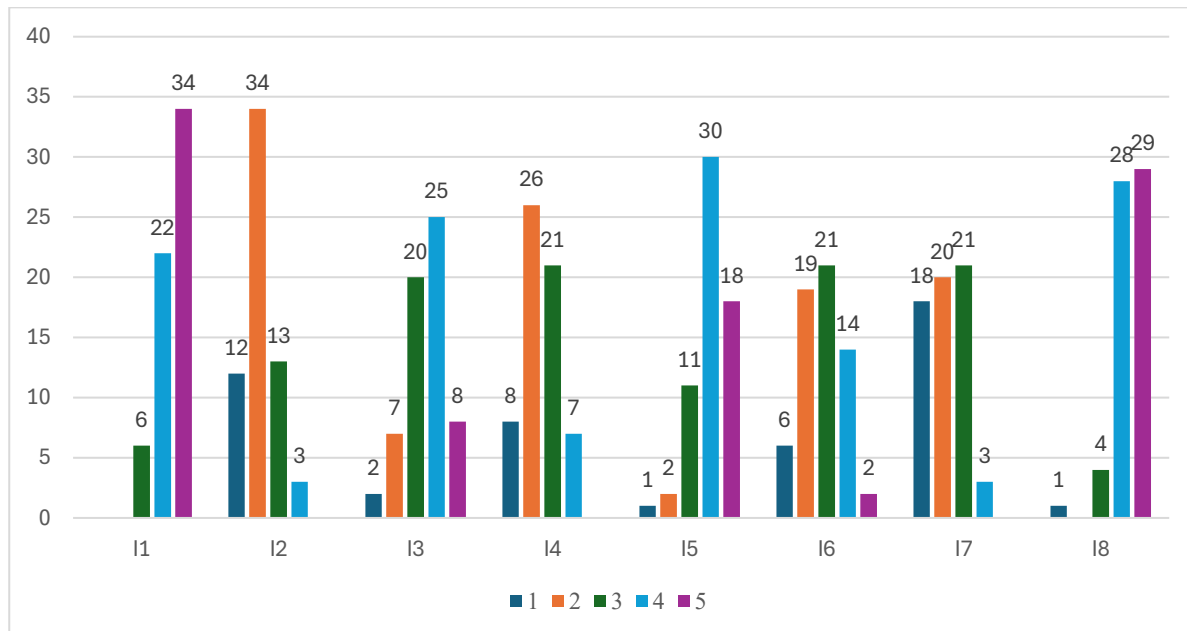


Figura 1. Frecuencias absolutas Primera Parte

Se analizan en la Figura 1 primero los ítems con redacción positiva (1, 3, 7 y 8) y luego los de redacción negativa (2, 4, 5 y 6). El ítem “La computadora me ayuda a aprender mejor la matemática proporcionándome al instante muchos ejemplos de manera interactiva” es el de mayor media (4.45) y más baja D.E. A su vez 56 de los 62 estudiantes estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta proposición. Esto implica que la mayoría valora trabajar con la computadora por la cantidad



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

de ejemplos que proporciona. Le sigue la expresión “La computadora me ayuda a vincular el conocimiento, como, por ejemplo, la forma de los gráficos y sus ecuaciones” con una media de 4.35 y una D.E. de 0.75, que involucra otro beneficio asociado al uso: la relación entre gráficos y ecuaciones. En cuanto a las frecuencias absolutas 57 estudiantes valoraron este ítem entre de acuerdo y totalmente de acuerdo. Luego se tiene “Considero que el material en la pantalla de una computadora y la copia impresa en papel es útil para tomar notas”, con una media de 4 y una D.E. de 0.87. Son 48 los alumnos que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta expresión, siendo 11 los que no tienen una opinión formada.

El ítem “El no tener que preocuparme por los cálculos aritméticos cuando uso la computadora, hace que me concentre mejor en las ideas esenciales de la matemática” tiene una media más baja (3.48) y una D.E. de 0.97. La mitad de los estudiantes (33) está de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta expresión, pero a 20 estudiantes le es indiferente.

Respecto a los otros cuatro ítems, “Me resulta difícil comprender la transferencia de ideas de la pantalla de una computadora a mi mente” tiene una media de 2.11 (en desacuerdo) y una D.E. 0.77. Si miramos las frecuencias absolutas, 46 alumnos está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esto, siendo 16 los que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación, es decir tienen dificultades en traducir lo que ven en la pantalla a sus ideas matemáticas.

“El seguimiento de las instrucciones tecleadas pone mi atención fuera de la matemática” tiene una media de 2.15 (en desacuerdo) y una D.E. de 0.9. Son 21 los estudiantes a los que le es indiferente esta expresión, 20 están de desacuerdo y 18 totalmente en desacuerdo. Es decir, aproximadamente la mitad de los estudiantes no se distrae cuando teclea o entra los datos en la computadora.

En cuanto a “Cuando leo la pantalla de una computadora, tengo la tendencia a pasar por alto los detalles de las ideas matemáticas”, 21 estudiantes son indiferentes a esta expresión, siendo 34 los que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo.

Con una media de 2.79 y D.E. de 1.01 se tiene “Rara vez reviso el material inmediatamente después de que una sesión por computadora ha terminado”, siendo 25 los alumnos que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, a 21 le es indiferente y 16 están de acuerdo o totalmente de acuerdo.

Para sintetizar en primera instancia se observa, en general, una D.E. considerable en cada uno de los ítems, evidenciando posiciones diferenciadas. Con un alto porcentaje de acuerdo o totalmente de acuerdo los estudiantes valoran la computadora como fuente de variados ejemplos, como una herramienta que les permite graficar y relacionar esos gráficos con ecuaciones. A su vez les es útil tener material impreso mientras la usan. Pero esto no quiere decir que, para todos, al contar con este instrumento que hace cálculos de una manera rápida, puedan concentrarse más en las ideas matemáticas.

Luego aproximadamente la mitad de los alumnos puede transferir las ideas de la pantalla a su mente, escribir en la computadora no lo aleja de la matemática, revisa el material luego de haberlo realizado y no pasa por alto los detalles.

*Segunda parte: actitudes hacia el aprendizaje de la matemática con GG*

	Enunciado	Media	D.E
9	Me gusta usar la aplicación GG para matemática	4.44	0.76
10	Vale la pena el esfuerzo adicional del uso de GG en matemáticas.	4.44	0.76
11	La Matemática es más interesante cuando usas GG.	3.9	1.02
12	GG me ayuda a aprender mejor la matemática.	4.40	0.69



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

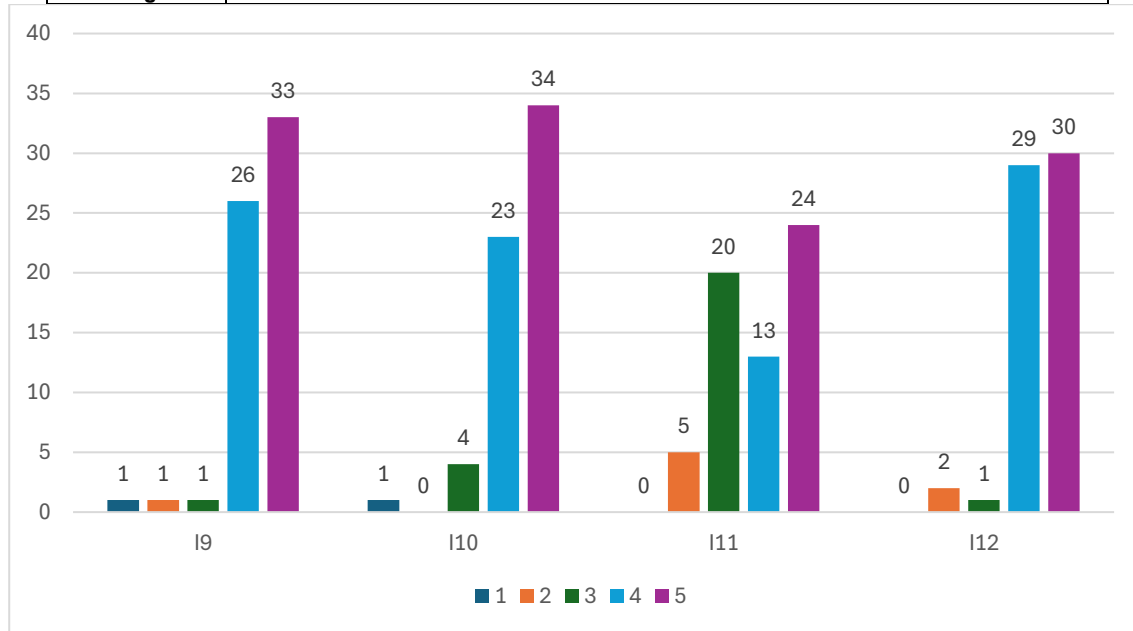


Figura 2. Frecuencias absolutas Segunda Parte

Tres de las cuatro proposiciones tienen media de 4.4 o más y, a lo sumo 3 alumnos están en desacuerdo con las mismas. Así que se puede deducir que a la mayoría de los alumnos le gusta usar la aplicación, que consideran que vale la pena el esfuerzo de aprenderla y que pueden aprender mejor matemática utilizándola. En cuanto a “La matemática es más interesante usando GG”, 20 alumnos contestaron ni de acuerdo ni en desacuerdo y 37 entre de acuerdo y totalmente de acuerdo, es el ítem con mayor porcentaje de estudiantes que no tienen una opinión formada.

*Tercera parte: actitudes del uso de GG en el aprendizaje de la matemática*

En este caso se suprimió un ítem del cuestionario original y se agregaron los ítems 24 y 25.

	Enunciado	Media	D.E.
13	El poder de GG hace más fácil explorar ideas matemáticas.	4.23	0.78
14	GG está cambiando el modo de hacer matemáticas.	3.53	0.86
15	Sé que GG es importante, pero no siento la necesidad de usarlo para aprender matemáticas.	2.68	0.99
16	GG es una buena herramienta para los cálculos, pero no para mi aprendizaje de matemática.	2.52	0.94
17	Pienso que el uso de GG es una pérdida de tiempo en el aprendizaje de la matemática.	1.69	0.84
18	Prefiero hacer todos los cálculos y gráficos manualmente sin tener que usar GG.	2	0.91
19	El uso de GG para cálculos me facilita hacer las aplicaciones más realísticas.	3.97	0.77
20	Me gusta explorar métodos matemáticos e ideas usando GG.	3.79	0.98
21	Disponer de GG para hacer el trabajo rutinario me permite probar diferentes métodos y enfoques.	3.95	0.78
22	Quiero mejorar en el uso de GG para que me ayude a aprender matemática.	3.95	0.84
23	Los símbolos y el lenguaje de la matemática son bastantes complicados sin la adición de GG.	2.61	0.91
24	He participado de forma más activa cuando uso GG.	3.47	1.08
25	GG no me ha ayudado a reflexionar sobre mis errores.	1.95	0.84



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

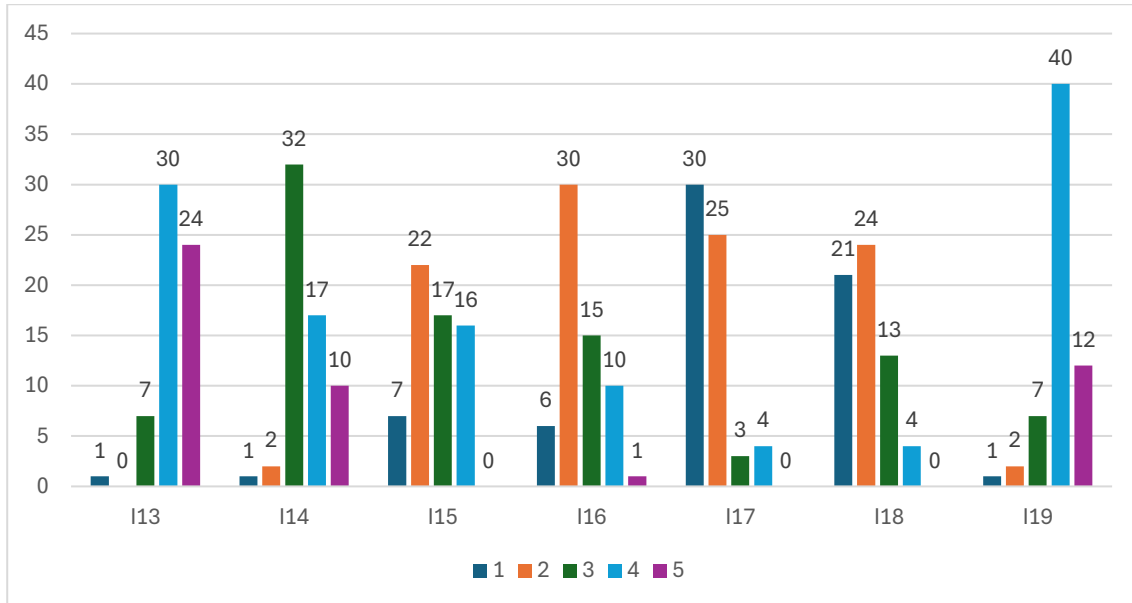


Figura 3. Frecuencias absolutas Tercera parte (ítems 13 al 19)

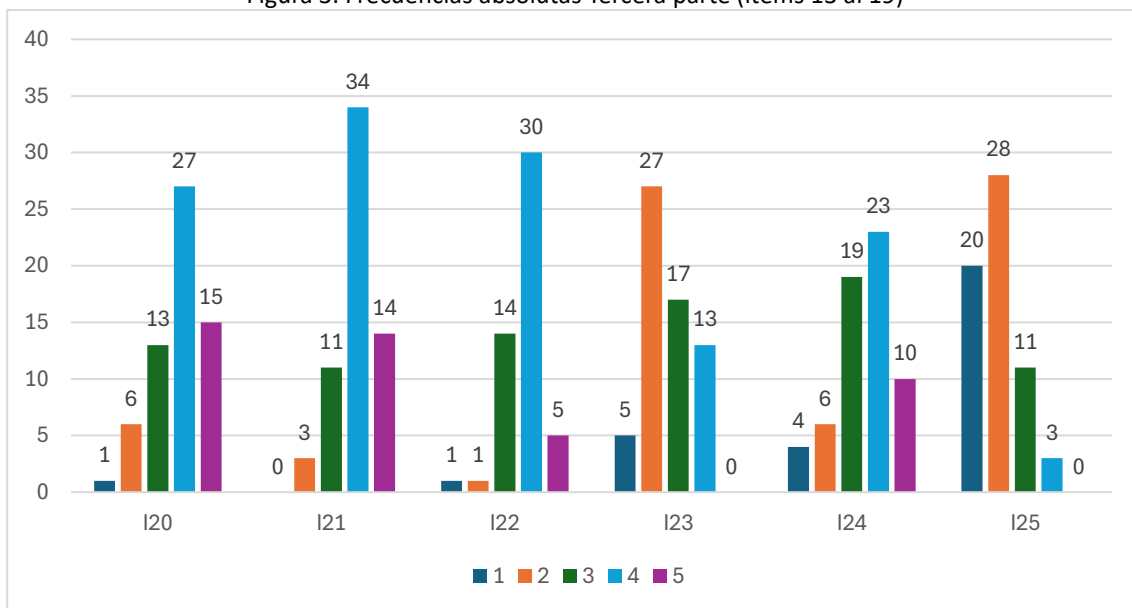


Figura 4. Frecuencias absolutas Tercera Parte (ítems 20 al 25)

Se comienza por el análisis en las Figuras 3 y 4 de las proposiciones redactadas en forma positiva. La de mayor media (4.23, con D.E. de 0.78) es el ítem 13 “El poder de GG hace más fácil explorar ideas matemáticas”. Fueron 54 los estudiantes que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta expresión y uno solo totalmente en desacuerdo. Es una de las funciones del software, permitir analizar varios casos sin demasiado esfuerzo y poder luego sacar conclusiones o sintetizar, etc. A su vez es uno de los aspectos que surge valorado como positivo en numerosas investigaciones (Barahona et al, 2015, , García Cuellar et al, 2018, Pabón Gómez et al, 2015,[8]). Este ítem está relacionado con el 20: “Me gusta explorar métodos matemáticos e ideas usando GG” con una media menor (3.79) y una D.E. de 0.98. La cantidad de alumnos que están de acuerdo o totalmente de acuerdo desciende a 42 y son 13 los que contestan en forma indiferente. Es decir, reconocen que les sirve para explorar, pero quizás no les guste demasiado.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Se continúa con el ítem 19: “El uso de GG para cálculos me facilita hacer las aplicaciones más realísticas”, en el cual 52 estudiantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo. Se recuerda que esta encuesta fue administrada luego que los alumnos trabajen con una Autoguía en la cual se modelaba la profundidad de las mareas. Quizás el hecho de usar el software para el ajuste de los datos experimentales hizo que los estudiantes valoren esta expresión. Luego tenemos el ítem 22 “Quiero mejorar en el uso de GG para que me ayude a aprender matemática” con una media de 3.95 y una D.E. de 0.84. Son 35 los estudiantes que están de acuerdo o totalmente de acuerdo (aproximadamente la mitad), a 14 le es indiferente. Es oportuno aclarar que los estudiantes usan GG en sus exámenes parciales y finales, quizás este punto sea importante para ellos en las situaciones mencionadas.

El ítem 14: “GG está cambiando el modo de hacer matemáticas” tiene una media de 3.53 y para 32 estudiantes esta expresión es indiferente, son 27 los que están de acuerdo o totalmente de acuerdo. La mitad de los estudiantes tiene una posición indiferente ante esta proposición.

“Disponer de GG para hacer el trabajo rutinario me permite probar diferentes métodos y enfoques” tiene una media de 3.95 y D. E. de 0.78 y son 42 los estudiantes que están de acuerdo o totalmente de acuerdo, siendo 13 a los que les resulta indiferente esta expresión y 6 están en desacuerdo. Esta afirmación está relacionada con la exploración. Por último “He participado de forma más activa cuando uso GG” tiene una media menor (3.47) y una D.E. mayor (1.08), ya que son 19 los estudiantes que no tienen una opinión formada al respecto, 10 los que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, siendo la mitad los que se identifican con la misma.

Se estudian los ítems redactados en forma negativa. Con una media de 1.69 y D.E. de 0.84: “Pienso que el uso de GG es una pérdida de tiempo en el aprendizaje de la matemática”. Son 36 alumnos los que están totalmente en desacuerdo o en desacuerdo con esta expresión y a 15 le es indiferente. Más de la mitad del grupo piensa que no pierde el tiempo cuando utiliza GG en el aprendizaje de la matemática. Luego le sigue con una media de 2 y D.E. de 0.91 “Prefiero hacer todos los cálculos y gráficos manualmente sin tener que usar GG”. La mayoría de los alumnos (55) está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta proposición. En las clases se nota una dependencia del software a la hora de graficar, cuestión que coincide con este resultado. Son 48 alumnos los que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo sobre “GG no me ha ayudado a reflexionar sobre mis errores”. Con una media de 2.52 y D.E. de 0.94 “GG es una buena herramienta para los cálculos, pero no para mi aprendizaje de matemática”. Más de la mitad de los alumnos están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, son 15 los que contestan en forma indiferente y 10 totalmente de acuerdo. Esto es 25 estudiantes no identifican en forma clara que el software los ayude a aprender matemática. Luego se tiene “Los símbolos y el lenguaje de la matemática son bastantes complicados sin la adición de GG” con una media de 2.61 y D.E. de 0.91, la mitad de los estudiantes están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, 17 son indiferentes y 13 están de acuerdo. Y, por último: “Sé que GG es importante, pero no siento la necesidad de usarlo para aprender matemáticas” con una media de 2.68 y una D.E. de 0.99. También, a 17 estudiantes les resulta indiferente y 16 están de acuerdo.

De estos últimos ítems se sintetiza que aproximadamente la mitad de los estudiantes (entre 25 y 33) tiene dudas o no percibe que GG sea un elemento importante para el aprendizaje de la matemática.

#### *Cuarta parte: experiencia de Autoguía con GG en el estudio de funciones*

En esta parte se cambiaron los ítems 29 y 30 del original para que estén más relacionados con el uso de la Autoguía

	Enunciado	Media	D.E.
26	He encontrado GG útil para el aprendizaje sobre estudio de funciones	4.56	0.59
27	Usar GG para aprender todo un tema es frustrante.	2.35	1.01
28	El uso de GG en este tema hace el aprendizaje más interesante.	4.1	0.76
29	Prefiero aprender con contenido guiado usando GG que con la exposición del profesor en el pizarrón	2.5	1.14
30	En términos generales, me gustó la experiencia con Autoguía y GG	4.18	0.69



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

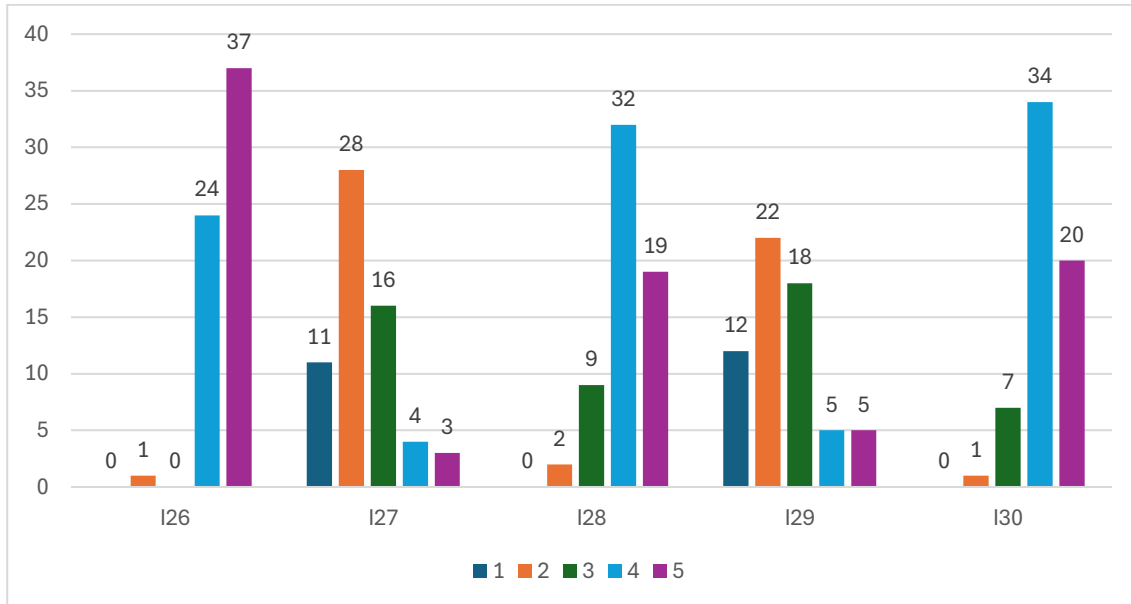


Figura 5. Frecuencias absolutas Cuarta Parte

Todos los estudiantes salvo uno están de acuerdo o totalmente de acuerdo con la expresión. “He encontrado GG útil para el aprendizaje sobre estudio de funciones”. Se menciona aquí que ese estudiante contestó siempre con totalmente en desacuerdo o en desacuerdo cuando el enunciado es positivo y totalmente de acuerdo o de acuerdo cuando es negativo, siendo un caso que interviene en la media y en la D.E. de cada ítem. Son 54 alumnos a los que les gustó trabajar con la Autoguía, siendo 7 los que contestan en forma indiferente. En forma similar respondieron al ítem “El uso de GG en este tema hace el aprendizaje más interesante”, siendo en este caso 9 a los que les resulta indiferente y dos que están en desacuerdo con esta expresión.

Luego se tiene “Usar GG para aprender todo un tema es frustrante” con una media de 2.35 y una D.E. de 1.01 en el cual hay resultados dispares: son 39 los estudiantes que están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, 16 a los que le es indiferente y 7 los que están totalmente de acuerdo o de acuerdo.

Para “Prefiero aprender con contenido guiado usando GG que con la exposición del profesor en el pizarrón” 34 estudiantes están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, esto es prefieren la exposición del profesor, a 18 les resulta indiferente y sólo 10 prefieren estudiar en forma autónoma.

La experiencia con Autoguía para el aprendizaje del estudio de funciones usando GG y tecnología fue buena para la mayoría de los alumnos, aunque pareciera que muchos de ellos prefieren la exposición de contenidos por parte del docente.

*Quinta parte: matemática y tecnología*

Se agregaron los tres últimos ítems respecto al cuestionario original

	Enunciado	Media	D.E.
31	Me gusta aprender matemática con la ayuda de la computadora	4.27	0.66
32	La retroalimentación inmediata de la computadora es útil para resolver problemas de matemática.	4.31	0.69
33	La revisión de la lección en la tarea por computadora me ayuda a repasar los conceptos matemáticos.	4.08	0.71



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

34	Los exámenes de matemática por computadora con puntuación inmediata me ayudan a evaluar mi propio entendimiento y rendimiento.	3.92	0.93
35	Me gustan las pruebas de matemática por computadoras más que las pruebas de lápiz y papel	2.95	1.02
36	La computadora refuerza mi aprendizaje de la matemática y hace que aprenda matemática con más ejemplos.	4	0.83
37	La computadora me ayuda en el estudio de la matemática con los elementos gráficos y con los cálculos numéricos.	4.37	0.58
38	Tengo dificultades cuando tengo que transferir la información de las actividades matemáticas de la pantalla de la computadora.	2.42	0.88

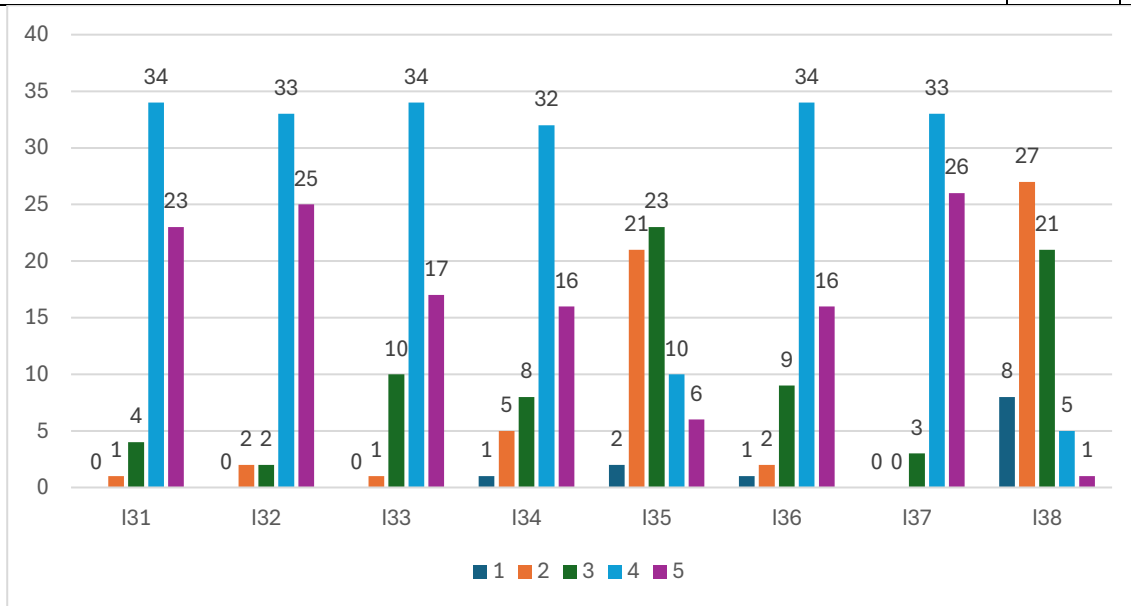


Figura 6. Frecuencias absolutas Quinta Parte

“La computadora me ayuda en el estudio de la matemática con los elementos gráficos y con los cálculos numéricos” es una expresión a la que están de acuerdo la mayoría de los estudiantes (59) y 3 no tienen opinión formada. Este ítem está relacionado con el 18 de la tercera dimensión del cuestionario. Le sigue en forma similar (58 estudiantes de acuerdo o totalmente de acuerdo) “La retroalimentación inmediata de la computadora es útil para resolver problemas de matemática” con una media de 4.31 y D.E. 0.69. Lo mismo que “Me gusta aprender matemática con la ayuda de la computadora” (57 alumnos de acuerdo). Es decir, estos tres ítems son los más valorados por la mayoría casi absoluta del grupo: la computadora los ayuda en el estudio de la matemática sobre todo en los cálculos y gráficos, en la retroalimentación inmediata y sienten gusto de aprender la disciplina con esta herramienta.

Resultados similares tienen “La revisión de la lección en la tarea por computadora me ayuda a repasar los conceptos matemáticos”, “La computadora refuerza mi aprendizaje de la matemática y hace que aprenda matemática con más ejemplos” y “Los exámenes de matemática por computadora con puntuación inmediata me ayudan a evaluar mi propio entendimiento y rendimiento” con 51, 50 y 48 estudiantes de acuerdo respectivamente. En estos casos el número de respuestas indiferentes oscila entre 8 y 10. Se vuelve a valorar la cantidad de ejemplos con la computadora (aspecto relacionado con la exploración) y se agrega las evaluaciones de opción múltiple con puntuación inmediata que se tienen en la materia.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Para el ítem “Me gustan las pruebas de matemática por computadoras más que las pruebas de lápiz y papel” 23 estudiantes no tienen una opinión formada (la media es de 2.98), mientras que 23 están en desacuerdo o totalmente en desacuerdo y sólo 16 de acuerdo o totalmente de acuerdo.

Por último “Tengo dificultades cuando tengo que transferir la información de las actividades matemáticas de la pantalla de la computadora” un poco más de la mitad del grupo está en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con esta expresión, siendo 21 a los que les resulta indiferente.

Referencias bibliográficas