NÚMEROS
Revista de Didáctica de las Matemáticas
http://www.sinewton.org/numeros
ISSN: 1887-1984
Volumen 124, noviembre de 2026, páginas 53-68

Tres dimensiones para analizar applets de GeoGebra para la enseñanza de funciones

Tamara Sola
Marcela Götte
Magali Freyre
(Universidad Nacional del Litoral. Argentina)

Fecha de recepción: 26 de diciembre de 2025
Fecha de aceptación: 22 de julio de 2026

Resumen

La creciente disponibilidad de applets de GeoGebra para la enseñanza de la matemática plantea la necesidad de contar con criterios que orienten su selección y valoración. Este trabajo analiza recursos destinados a la enseñanza del concepto de función con el propósito de elaborar indicadores que permitan evaluar sus potencialidades y limitaciones. Mediante una metodología cualitativa de carácter exploratorio, se estudia una muestra de doce applets del repositorio de GeoGebra. A partir del análisis realizado, se elaboran indicadores organizados en tres dimensiones: matemática, multimedial y didáctica. Asimismo, se ejemplifica su aplicación mediante el análisis detallado de tres de estos recursos. Los indicadores elaborados constituyen una herramienta que favorece la selección crítica de recursos y contribuye al diseño de propuestas de enseñanza.

Palabras clave

Applet. Concepto de Función. GeoGebra. Indicadores. Tecnologías digitales.

Abstract

The growing availability of GeoGebra applets for mathematics teaching highlights the need for criteria to guide their selection and evaluation. This paper analyzes resources designed for teaching the concept of function with the purpose of developing indicators to assess their potentials and limitations. Through a qualitative and exploratory methodology, a sample of twelve applets from the GeoGebra repository is studied. Based on the analysis conducted, a set of indicators was developed and organized into three dimensions: mathematical, multimedia, and didactic. Furthermore, their application is exemplified through a detailed analysis of three of these resources. The developed indicators constitute a tool that favors the critical selection of digital resources and contributes to the design of teaching proposals.

Keywords

Applet. Concept of function. GeoGebra. Indicators. Digital technologies.

1. Introducción

El uso de las tecnologías digitales en la educación, principalmente en el área de la matemática, cuenta con una extensa trayectoria de estudio. Las investigaciones en este campo han destacado consistentemente cómo estas herramientas mejoran los procesos de aprendizaje al ofrecer al alumnado entornos para la exploración, la experimentación y la creatividad; elementos que favorecen la comprensión y apropiación de los conceptos a partir de la visualización gráfica (Bayés et al., 2018). En efecto, una de las principales virtudes de las tecnologías digitales es la posibilidad de que los estudiantes

construyan sus propios significados sobre los procesos matemáticos mediante la manipulación de objetos, la visualización de sus propiedades y la validación de sus propias conjeturas (Oviedo Rodríguez et al. 2025).

En consonancia con esta perspectiva, Dubarbie Fernández et al. (2024) resaltan el alto valor pedagógico que poseen como espacios de experimentación. Según estos autores, tales ambientes permiten a los estudiantes explorar conceptos y sus interconexiones, favoreciendo la construcción de esquemas cognitivos propios. Asimismo, sostienen que la percepción de un cambio continuo en los objetos matemáticos transforma la experiencia visual del alumno, lo que propicia el desarrollo de estructuras de aprendizaje cualitativamente nuevas.

Dentro de este grupo de tecnologías digitales, el software libre GeoGebra ha asumido popularidad como herramienta para la enseñanza, particularmente de contenidos matemáticos. Una de sus características más relevantes es la posibilidad de exploración y experimentación que ofrece. Además, puede ser utilizado como herramienta de autor para crear recursos educativos para la enseñanza de distintos conceptos, que pueden ser compartidos en una plataforma para que otros usuarios los puedan reutilizar. Al planificar la inclusión de GeoGebra en el aula, se debe tener en cuenta cómo favorecer el despliegue de los procesos matemáticos por parte de los estudiantes. En esta línea, se ha demostrado que GeoGebra puede ser un apoyo suficiente para alcanzar buen nivel en el desarrollo de competencias matemáticas relacionadas con los procesos de representación de conceptos, resolución de problemas, razonamiento y argumentación, realización de conexiones y comunicación (Dubarbie Fernández et al., 2024).

Particularmente, los applets de GeoGebra son pequeños programas o aplicaciones que GeoGebra incluye en una página web. Son creados por contribuidores (personas registradas con una cuenta) y siguen el formato propuesto por la página, que consiste en una hoja de trabajo como página interactiva. Los applets suelen integrar imágenes dinámicas, explicaciones y consignas o tareas. Una de las finalidades de estos recursos es que a través de la experimentación que posibilitan, los estudiantes construyan adecuadamente conceptos matemáticos.

No obstante, su producción masiva plantea un desafío. Como advierten Barreras et al. (2022) “no existe ningún proceso de revisión de expertos que filtre de algún modo los applets depositados en el repositorio oficial de GeoGebra. Esto implica que, en la práctica, muchos de ellos estén incompletos y algunos puedan eventualmente presentar errores matemáticos” (p. 66).

Esta falta de validación institucional traslada la responsabilidad al docente, quien debe asumir un rol crítico en la selección de los recursos. Para que la incorporación de estas herramientas responda a criterios estrictamente disciplinares y pedagógicos, resulta imprescindible desarrollar investigaciones que aborden los applets desde una dimensión didáctica, aportando instrumentos que guíen a los docentes en su valoración (Barreras et al., 2022). Se reconoce que el diseño de consignas que utilicen recursos tecnológicos de manera significativa constituye un verdadero reto de la práctica docente actual. Sin embargo, cuando se cuenta con una selección rigurosa, estas herramientas permiten enriquecer las propuestas de aula, ofreciendo a los alumnos la oportunidad de interactuar con transformaciones dinámicas entre distintas representaciones y dedicar más tiempo a la reflexión conceptual que al cálculo operativo (Bayés y Costa, 2025).

La posibilidad de que los estudiantes realicen sus propias representaciones como consecuencia de sus decisiones estratégicas, complementada con el cuestionamiento guiado del profesor, incrementa el rigor con el que se trabaja en clase y estimula la capacidad de razonamiento (Romero y García, 2023).

Como campo de aplicación de este problema, en el presente trabajo se toma el estudio del concepto de función. Este contenido resulta clave en la educación secundaria y superior debido a su potencial para modelar matemáticamente diversos fenómenos de la realidad a través de sus distintas representaciones. En esta línea, Sessa et al. (2020) presentan una secuencia didáctica para el abordaje del concepto de función mediada con GeoGebra. Se estudia una situación geométrica a partir de un modelo funcional, y las actividades se desarrollan con un archivo GeoGebra construido por los autores, con el que los estudiantes interactúan. Destacan las posibilidades que otorga el software para comparar y relacionar el dinamismo que representa los cambios en la situación geométrica y el movimiento de un punto en el gráfico de la función.

> Por un lado, se puso en juego un sentido de las funciones como herramientas modelizadoras de situaciones con magnitudes variables. Y por otro, se puso de relieve la representación en gráficos cartesianos en tanto soporte que permite leer información, no solo puntual y global sobre cada función, sino también sobre las diferencias entre los modos en que varían cada una de ellas. (Sessa et al., 2020, p. 59)

Por todo lo expuesto, esta investigación se propone indagar acerca de las características de los applets de GeoGebra disponibles para la enseñanza del concepto de función, con el fin de construir indicadores que orienten su valoración desde tres dimensiones. De manera específica, los objetivos de la investigación son:

- Evaluar las potencialidades, limitaciones y características de applets de GeoGebra relacionados al concepto de función.
- Enunciar y describir indicadores que faciliten la apreciación y selección crítica de applets de GeoGebra para la enseñanza del concepto de función.

A partir de estos objetivos, el artículo presenta una propuesta de indicadores organizada en tres dimensiones: matemática, multimedial y didáctica, construida a partir del análisis de los applets seleccionados y de los aportes teóricos considerados. Esta propuesta constituye el principal aporte del trabajo y se ejemplifica posteriormente mediante su aplicación al análisis de tres applets.

En este artículo presentamos, luego de dar las razones del estudio, el marco teórico que sustenta la investigación y las decisiones metodológicas, que incluye las características de la investigación, la selección de los applets y el análisis de los mismos. A partir de este proceso se presenta una propuesta de indicadores organizada en tres dimensiones que constituye el principal aporte de este trabajo. Posteriormente, se ejemplifica su utilización mediante el análisis de tres applets y finalmente se presentan algunas reflexiones finales y posibles líneas derivadas de esta investigación.

2. Marco teórico

Los aportes teóricos considerados ofrecen herramientas conceptuales para analizar distintas características de los applets de GeoGebra. A partir de estas perspectivas se identifican aspectos relacionados con las representaciones y propiedades del concepto de función, las características multimediales de los recursos y sus potencialidades didácticas, que fundamentan la construcción de los indicadores propuestos en esta investigación.

De esta manera, se consideran los aportes de Sanjurjo et al. (2017), Azcárate y Deulofeu (1996) y Bayés et al. (2018), cuyos desarrollos permiten fundamentar distintos aspectos vinculados con la enseñanza de la matemática, el concepto de función y el diseño de recursos digitales para el aprendizaje.

Teniendo en cuenta el ámbito de la didáctica de la matemática, se acuerda con las ideas de Sanjurjo et al. (2017), quienes consideran que, desde una posición constructivista, el sujeto que aprende genera el conocimiento a partir de resolver problemas. Se piensa al conocimiento matemático relacionado con sus contextos de origen y de uso, lo que debe ser tenido en cuenta para su enseñanza. "Enseñar Matemática es lograr que el alumno adopte la actitud de un matemático frente a un problema y guiarlo en su proceso de búsqueda de soluciones creativas" (Sanjurjo et al., 2017, p.115). Bajo este tipo de concepción se entiende que el sujeto que aprende, el alumno, posee saberes previos, pero el aprender desestabiliza dichas estructuras para volver a reordenarlas e introducirlas en un equilibrio más amplio. Por esta razón, las autoras plantean que el conocimiento no es lineal, sino que hay continuidad por el conocimiento previo que los alumnos poseen y también ruptura ya que se dejan de lado o se reformulan pautas, métodos o técnicas que fueron usados anteriormente. Además, plantean que "el aprendizaje de Matemática requiere de tiempos de experimentación y de apropiación" (p. 122). Siguiendo esta línea de pensamiento, los docentes que siguen a estos referentes realizan con sus alumnos tareas con distintas funciones:

> … de diagnóstico, para conocer el desenvolvimiento de los alumnos antes del aprendizaje en relación con los nuevos objetos matemáticos; de aprendizaje, con situaciones problemáticas que involucran el desarrollo y/o uso de los conocimientos en tratamiento; de consolidación, procurando el afianzamiento de lo que viene de ser construido; de control, al evaluar los aprendizajes para conocer el grado de dominio del tema alcanzado por los estudiantes. (Sanjurjo et al., 2017, p. 116)

Acompañado de estas distintas funciones que tienen las tareas dentro o fuera del ámbito educativo, el docente presenta a los alumnos situaciones problemáticas que les permitan construir esos nuevos conocimientos. Entendiendo como un problema o situación problemática a aquella que "permite a los alumnos introducirse en el desafío de resolverla a partir de sus conocimientos disponibles pero que, a la vez, les demanda la producción de nuevas ideas en la dirección de una solución posible" (Sanjurjo et al. 2017, p. 118). Es decir que no es la funcionalidad o formato de presentación de una actividad la que la convierte en un problema sino el nivel de dificultad que genere en los alumnos al elaborar su resolución.

Por otro lado, para delimitar qué se entiende por concepto matemático en esta investigación, se recupera el aporte de Dal Maso (2023), quien sostiene que un concepto matemático está conformado por tres componentes principales: su definición, sus representaciones y las propiedades asociadas al mismo. Si se considera el ámbito particular respecto a la enseñanza del concepto de función, se presenta la obra de Azcárate y Deulofeu (1996) como un referente en la temática donde plantean que en el aprendizaje de las matemáticas, "la adquisición de un concepto depende en gran parte de la capacidad para reconocer e interpretar una representación del mismo" (p. 61), entendiendo que en el caso puntual de las funciones, el aprendizaje se da por la capacidad para leer e interpretar cada una de las representaciones y posteriormente, traducir de una a otra. Estos autores consideran a la función como "expresión de una dependencia entre variables" (p. 61) desde la cual se pueden desarrollar distintas representaciones: modelo físico o simulación, descripción verbal, tabla de valores, gráfica y fórmula o ecuación. A partir de estas representaciones se puede analizar la dependencia que define a las funciones.

Azcárate y Deulofeu (1996) se encargan de hacer un desarrollo de cada una de las representaciones que consideran. En primer lugar, la descripción verbal se refiere a la utilización del lenguaje para generar una descripción cualitativa de dicha función. Por su fácil tratamiento, siempre se recurre a ella cuando se quieren interpretar los lenguajes restantes. En segundo lugar, aparece la tabla de valores la cual es una representación cuantitativa de la función, lo que permite una fácil interpretación, pero con ciertas limitaciones ya que no expone características globales de la función. En

tercer y cuarto lugar, aparecen los lenguajes que requieren de una mayor abstracción como la representación gráfica y la fórmula o expresión algebraica. Ambas

> … permiten obtener una visión general y completa de la función estudiada, tanto cualitativa como cuantitativa (aunque aproximada en el caso de la gráfica), proporcionando mayor y mejor información que los lenguajes anteriores, al mismo tiempo que posibilitan la caracterización de modelos. (Azcárate y Deulofeu, 1996, p. 62)

En el caso puntual de la representación gráfica tiene como característica principal el poder determinar, a simple vista, características globales de la función que, aunque puedan obtenerse mediante la ecuación, implicaría una mayor interpretación porque presupone un manejo de símbolos e interpretación de conceptos abstractos. Por su parte, la ecuación permite conocer valores con exactitud de ambas variables, pero considerando un manejo de los alumnos del algoritmo de resolución de las ecuaciones. Siguiendo esta línea, estos valores pueden conocerse a través del gráfico mediante un proceso directo, pero con poca exactitud en ciertos casos.

Por parte de lo multimedial, es necesario tener en cuenta que actualmente los alumnos tienen a su disposición distintas herramientas que les permiten contar con recursos de forma inmediata como por ejemplo YouTube o Wikipedia. “Para crear contenidos digitales, el usuario no experto en computación recurre a las denominadas herramientas de autor, que son programas que permiten al usuario crear sus propias aplicaciones multimedia sin necesidad de recurrir a un especialista informático” (Bayés et al., 2018, p. 5). Las autoras plantean características que se deben considerar al diseñar hojas de trabajo en algún dispositivo multimedial, entre ellas: presentar toda la información en una sola pantalla, exponer una breve explicación sobre el uso de la hoja de trabajo, en cada hoja presentar pocas tareas o separarlas en caso de ser más actividades, exhibir sólo la información necesaria y no agregar imágenes o elementos que dificulten la atención, buscar interactividad con el recurso con hojas dinámicas y en lo posible, elegir aplicaciones o software fáciles. Para poder establecer estos lineamientos, las autoras consideran la Teoría del Aprendizaje Multimedia, la cual entiende que el aprendizaje multimedia tiene lugar cuando los estudiantes construyen representaciones mentales a partir de palabras e imágenes que se le presentan.

Dentro de dicha teoría se presentan principios que se deben tener en cuenta al momento de producir recursos, aunque se aclara que no son reglas sino sólo lineamientos orientadores:

- El principio multimedia plantea que los estudiantes mejoran su aprendizaje cuando se añaden imágenes que acompañan los textos presentados.
- El principio de contigüidad espacial indica que el texto tiene que ser expuesto próximo a las imágenes que describe.
- En el principio de contigüidad temporal se sostiene que los alumnos aprenden mejor cuando imágenes y palabras relacionadas se presentan simultáneamente.
- Al tratar de excluir los materiales irrelevantes se hace referencia al principio de coherencia.
- En el principio de modalidad se busca que el mensaje incluya animación y narración.
- Por último, el principio de personalización sostiene que es mejor que el lenguaje utilizado sea coloquial en vez de formal.

Además, se plantea que el aprendizaje matemático requiere un trabajo en el contexto educativo, ya que los objetos de estudio matemático no son accesibles y deben considerarse distintos registros o representaciones, para poder transformarlos y seleccionar aquel que se adecúe de forma correcta a la problemática planteada.

En conjunto, estos aportes permiten fundamentar la construcción de indicadores para analizar applets de GeoGebra desde tres dimensiones complementarias: matemática, multimedial y didáctica. Estas dimensiones orientan el análisis desarrollado en la presente investigación.

3. Marco metodológico

La investigación en la que se enmarca este artículo es de carácter cualitativo, se pretende dar una visión general respecto a una determinada realidad, a partir de datos expresados en palabras y afirmaciones (Mc Knight et al., 2000). Si bien es de evidente actualidad el uso de applets de GeoGebra y distintos esfuerzos o intentos por utilizarlos en la educación, la vertiginosa aparición de los mismos establece un terreno difuso, con muchas posibilidades, pero también con no menos incertidumbres y recelos. Estas son las razones por las que se afirma que el alcance de este estudio es exploratorio.

3.1. Selección de los applets

Se trabaja con datos obtenidos de applets de GeoGebra disponibles en la web para la enseñanza de funciones disponibles en https://www.geogebra.org/m/GabMdEWD. Los applets se seleccionan a partir de una búsqueda relacionada al concepto de función. Para esto se ingresa en el buscador de recursos de GeoGebra la palabra *funciones,* con el propósito de analizar recursos accesibles para cualquier docente sin aplicar filtros adicionales. El primer recurso que aparece en este resultado compila doce applets, los que constituyen la muestra de la investigación. Posteriormente, para ejemplificar los indicadores elaborados, se seleccionan tres applets que presentan diversidad de representaciones y características contrastantes.

3.2. Estudio de los applets

En primera instancia, los applets seleccionados se estudian en detalle a partir de la interacción con los mismos, dejando registro de características de cada uno de ellos que se consideran pertinentes de analizar. Para esto se tiene en cuenta, entre otros aspectos, los antecedentes teóricos consultados. Resulta de suma importancia analizar en conjunto cada applet, registrando ciertas características, tanto en relación con los principios de la Teoría del Aprendizaje Multimedial, los conceptos matemáticos involucrados con las representaciones del concepto de función (Azcárate y Deulofeu, 1996) como con las características de los mismos en relación con la enseñanza y el tipo de tareas que puede proponerse con cada uno de ellos (Sanjurjo et al., 2017). Esto se realiza en sucesivas sesiones de análisis, que resignifican y amplían la perspectiva de estudio de los mismos.

En una segunda instancia, se realiza una valoración conjunta de los applets por parte de docentes y estudiantes de profesorado de matemática, en el marco de un Taller virtual a cargo de las investigadoras, en el VI Día GeoGebra Argentina, en septiembre de 2023. Todos los participantes inscriptos en el taller realizan ese día el análisis de tres de los doce applets de la muestra, a partir de preguntas basadas en los registros considerados hasta ese momento por el equipo investigador.

3.3. Elaboración de indicadores para valorar los applets

A partir del estudio que se realiza de los applets en las etapas anteriores de la investigación, se elaboran indicadores para valorar potencialidades y limitaciones de applets de GeoGebra específicamente para la enseñanza de funciones, que facilitan la apreciación y selección crítica de los mismos.

Se adopta el término indicadores dado que el análisis se centra en aspectos observables presentes en los applets, vinculados con características matemáticas, multimediales y didácticas. Estos indicadores se organizan en tres dimensiones según la finalidad del análisis.

4. Tres dimensiones para la valoración de applets

Se describen, a continuación, los indicadores elaborados y agrupados en las dimensiones. La propuesta constituye el principal aporte de este trabajo y surge de la articulación entre los referentes teóricos considerados y el análisis de los applets seleccionados.

4.1. Dimensión respecto a lo matemático

En esta dimensión se analizan las características de los conceptos matemáticos involucrados en cada applet. De acuerdo con la concepción de concepto matemático adoptada en esta investigación (Dal Maso, 2023), se considera en cada caso su definición, sus representaciones y las propiedades asociadas. Desde esta perspectiva, la atención se centra en los elementos constitutivos del concepto de función presentes en el recurso y no en las habilidades o competencias de los estudiantes.

Se analizan especialmente, en este apartado, las representaciones utilizadas en los applets y las propiedades o conceptos asociados que se ponen en juego durante la interacción con el recurso.

Indicador de representaciones del concepto de función:

- Descripción verbal: se examina si el applet contiene una descripción verbal de la función que presenta, la misma puede ser en términos de un contexto matemático o extramatemático y si dicha descripción permite ser modificada por parte del usuario.
- Tabla de valores: se examina si el applet dispone de una tabla de valores de la función que presenta y se caracteriza dicha tabla en relación al tipo de conjunto numérico utilizado (naturales, enteros, etc.), si se adapta a un contexto extramatemático y su posibilidad de modificación por parte del usuario.
- Representación gráfica: se examina si el applet presenta una representación gráfica en un sistema de coordenadas y se caracteriza dicha gráfica en relación al conjunto numérico utilizado, la posibilidad de ser modificada por el usuario y si propicia la prueba de la recta vertical.
- Fórmula o expresión algebraica: se examina si el applet detalla una fórmula o expresión algebraica de la función que presenta, la notación utilizada, las variables (contextualizadas o no) y si permite ser modificada por el usuario.

Indicador de definiciones y propiedades asociadas al concepto de función:

- Definición: se examina si el applet considera los criterios de unicidad y existencia y, además, si hace referencia al dominio e imagen de la función.
- Propiedades asociadas: se examina si el applet considera aspectos como la simetría, intervalos de crecimiento y decrecimiento, intervalos de positividad y negatividad, máximos y mínimos e intersección con los ejes.

4.2. Dimensión respecto a lo multimedial

En esta dimensión se analizan aspectos relacionados con los componentes interactivos y visuales de los applets. Para su construcción se consideran algunos de los principios propuestos por Bayés et al. (2018) para el diseño de recursos digitales, los cuales son reinterpretados como indicadores de análisis aplicables a applets ya elaborados. Asimismo, se incorporan otros indicadores construidos a partir del estudio de los recursos seleccionados.

- Indicador multimedia: se valora si el applet incorpora imágenes o solo texto y si permite la modificación de las mismas por parte del usuario.
- Indicador de contigüidad espacial: se valora si el applet dispone de texto en pantalla acompañado de la imagen que describe y las características que presentan tanto el texto como la imagen en cuestión.
- Indicador de contigüidad temporal: se valora si el applet presenta imágenes y palabras relacionadas que aparecen de forma simultánea o sucesivamente.
- Indicador de coherencia: se valora si el applet excluye aquellos materiales que puedan resultar irrelevantes para lo que se quiere transmitir al usuario. Esta valoración incluye tanto a materiales que funcionan como a aquellos que no.
- Indicador de retroalimentación o corrección: se valora si el applet posibilita que el usuario conozca si el trabajo realizado en interacción con el applet es correcto. Se indaga si además de indicar al usuario lo correcto o incorrecto de su accionar, se da una explicación o guía para que vuelva a realizar otro intento.
- Indicador de armonía: se valora si el applet resulta armónico con respecto a las variables forma, tamaño, orientación y color empleadas, lo que posibilita una correcta percepción visual.
- Indicador de multiplicidad: se valora si el applet ofrece, mediante su diseño interactivo, una variedad de ejercicios o actividades. Esta diversidad puede manifestarse en la organización de distintas hojas de trabajo o botones.

4.3. Dimensión respecto a lo didáctico

En esta dimensión se analizan las potencialidades didácticas de los applets en relación con distintos momentos de aproximación al concepto de función. Para su construcción se consideran los aportes de Sanjurjo et al. (2017) acerca de las diferentes funciones que pueden asumir las tareas matemáticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este marco, se elaboran indicadores que permiten valorar las posibilidades de uso didáctico de los applets dentro de una propuesta de enseñanza.

Se considera que no todos los applets favorecen los mismos tipos de trabajo matemático ni resultan igualmente adecuados para las mismas finalidades dentro de una propuesta de enseñanza. Si bien no siempre es posible conocer la intención original o los objetivos con los que cada applet fue diseñado, esta dimensión busca aportar criterios que orienten al docente en la selección del recurso a partir de las potencialidades didácticas que presenta.

- Indicador de exploración: se evalúa si el applet favorece una primera aproximación al concepto de función ya que no requiere conocimientos avanzados del mismo y promueve a través de la experimentación progresar en la formalización del concepto.
- Indicador de deducción: se evalúa si el applet posibilita que usuarios con conocimientos previos sobre el concepto de función profundicen en aspectos más complejos o establezcan nuevas relaciones.

- Indicador de evaluación: se evalúa si el applet permite afianzar y evaluar conocimientos respecto del concepto de función.

5. Aplicación de la propuesta de indicadores en tres applets

A continuación, se ejemplifica la aplicación de la propuesta de indicadores mediante el análisis de tres applets, seleccionados teniendo en cuenta la diversidad de representaciones de función que involucran y las características contrastantes que presentan. El propósito es mostrar cómo los indicadores de las tres dimensiones permiten caracterizar y valorar diferentes recursos.

5.1. Estudio del applet: *Coloca la gráfica de la función cuadrática en la posición solicitada*

En la Figura 1, se puede ver una captura de pantalla del recurso seleccionado.

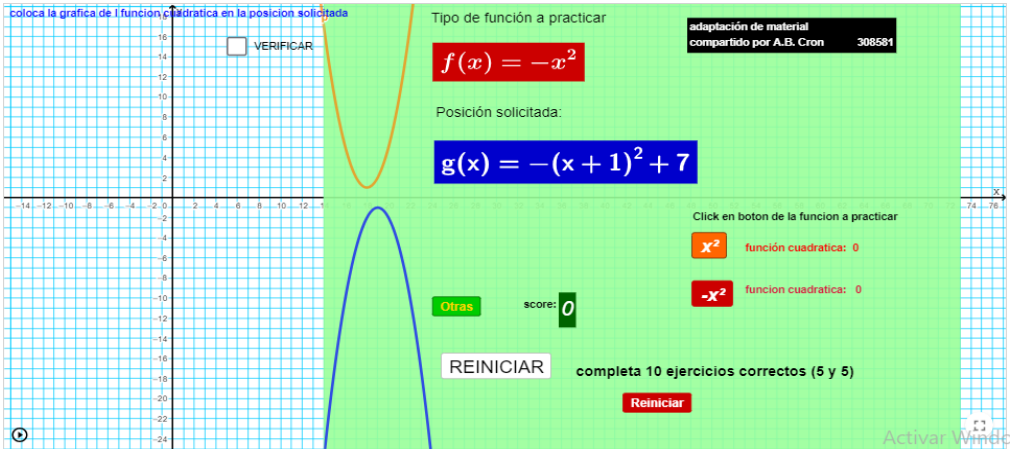


Figura 1. Captura de pantalla del recurso a analizar. Tomado de Álvarez et al. (2016).

Dimensión respecto a lo matemático

- Indicador de representaciones del concepto de función: el applet utiliza como representaciones la gráfica y la fórmula o expresión algebraica. Particularmente, la representación gráfica se realiza en un sistema de coordenadas cartesianas que sólo admite números enteros (en ambos ejes) y la gráfica se puede ir trasladando siguiendo estos puntos de coordenadas enteras, pero no se puede modificar su forma. Las expresiones algebraicas están establecidas por el applet, utilizando una notación convencional que no puede ser modificada por el usuario ya que sólo se busca que el alumno ubique la gráfica de la función en el sistema de coordenadas según su fórmula.
- Indicador de definiciones y propiedades asociadas al concepto de función: el applet utiliza, particularmente la función cuadrática, haciendo referencia a sus traslaciones desde la expresión en forma canónica.

Dimensión respecto a lo multimedial

- Indicador multimedia: se observa que la consigna ocupa mucho lugar con respecto al gráfico y además los números del sistema de coordenadas son muy pequeños, lo que puede ser una gran limitación al momento de abrir el applet desde un celular, por ejemplo.

- Indicador de contigüidad espacial: se puede observar que, aunque el texto y las consignas se encuentran contiguos, la consigna aparece por encima del gráfico, en un tamaño muy pequeño y con algunas dificultades de redacción y errores de tipeo.
- Indicador de contigüidad temporal: en el recurso aparecen en simultáneo imágenes y palabras.
- Indicador de coherencia: se presentan elementos que resultan irrelevantes. Por ejemplo, el botón REINICIAR aparece dos veces y no funciona, no queda clara la manera en la que el score se modifica y dos aspectos que resultan innecesarios para el trabajo con el applet: la indicación completa 10 ejercicios correctos (5 y 5) y un contador para cada función positiva y negativa.
- Indicador de retroalimentación o corrección: si la consigna se resuelve correctamente el applet marca un OK, pero en caso incorrecto no aparece indicación.
- Indicador de armonía: considerando este Indicador se entiende que en el applet la elección de los colores utilizados puede prestar a confusiones, ya que se representan varios elementos con colores iguales o similares pero que tienen distinto significado. En algunos casos se presenta la fórmula de una función junto a una gráfica del mismo color pero que no se corresponden.
- Indicador de multiplicidad: Posibilita la exploración con las gráficas de una gran variedad de funciones cuadráticas, mostrando las distintas expresiones algebraicas en forma canónica.

Dimensión respecto a lo didáctico

El applet satisface el indicador de deducción ya que permite que los estudiantes practiquen y afiancen contenidos que ya fueron trabajados previamente. En este caso, no lo podría utilizar una persona que no conoce sobre el tema, porque la limitación con respecto a la verificación no le permitiría entender si lo que está resolviendo es correcto o no.

5.2. Estudio del applet: *Funciones poligonales*

En la Figura 2, se puede ver una captura de pantalla del recurso seleccionado.

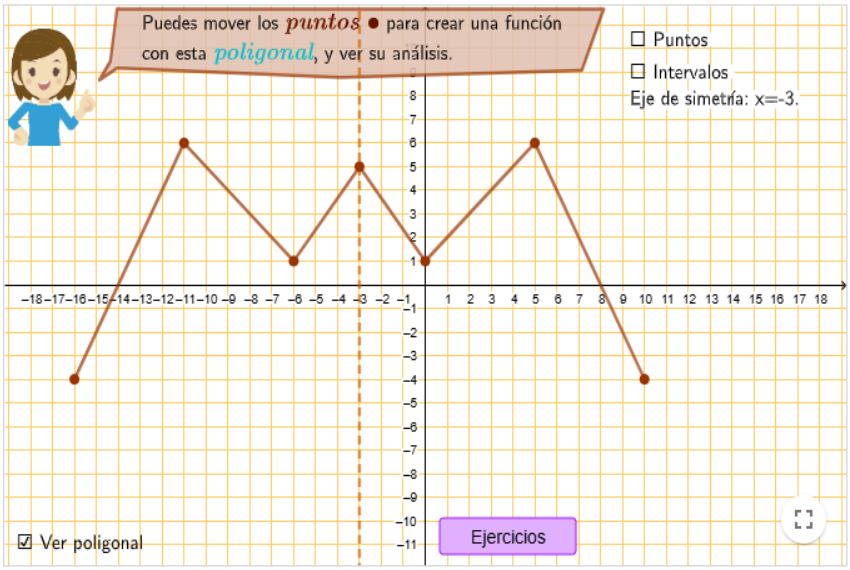


Figura 2. Captura de pantalla del recurso a analizar. Tomado de Álvarez et al. (2016).

Dimensión respecto a lo matemático

- Indicador de representaciones del concepto de función: el applet presenta dos representaciones del concepto de función: la gráfica y la fórmula o expresión algebraica. La última sólo aparece en el momento en que se presenta la fórmula del eje de simetría de la función representada. Con respecto a la representación gráfica, la misma utiliza un sistema de coordenadas cartesianas de números enteros (en ambos ejes) y para armar las gráficas solicitadas se deben ir trasladando estos puntos de coordenadas enteras, de forma que siempre se determina un nuevo segmento.
- Indicador de definiciones y propiedades asociadas al concepto de función: el applet considera el criterio de unicidad al elaborar la función, eje de simetría y simetría respecto de un punto, máximos y mínimos (extremos relativos), ceros o raíces, crecimiento/decrecimiento/constante, intersecciones con los ejes, dominio y conjunto imagen, conjuntos de positividad y negatividad.

Dimensión respecto a lo multimedial

- Indicador multimedia: el applet incorpora imágenes, texto y permite realizar modificaciones en los extremos de los segmentos que forman la poligonal, como parte de la resolución de la consigna.
- Indicador de contigüidad espacial: se presentan diversos cuadros de textos en pantalla indicando las condiciones que debe cumplir el gráfico de la poligonal en cada actividad generada por el applet.
- Indicador de contigüidad temporal: en el recurso se observan en simultáneo imágenes y palabras.
- Indicador de coherencia: el applet contiene sólo materiales y herramientas relevantes para la resolución de la consigna. Además, posee un contador creciente de tiempo, que, si bien no influye sustancialmente para la resolución de las actividades, posibilita llevar un registro del tiempo empleado en interactuar con el applet.
- Indicador de retroalimentación o corrección: el recurso corrige lo realizado a partir de un botón de corrección e indica qué incisos se resolvieron correctamente y cuáles no, luego de haber desplazado los puntos del gráfico. Además, al finalizar la corrección presenta la gráfica correcta.
- Indicador de armonía: se entiende que en el applet la elección de los colores es adecuada, ya que se representan varios elementos con colores diferentes. Además, los tipos de letra también permiten diferenciar las consignas o condiciones pedidas para cada gráfica.
- Indicador de multiplicidad: el applet permite interactuar con diversas hojas de ejercicios que ponen en juego distintos conceptos vinculados en cada una de ellas.

Dimensión respecto a lo didáctico

El applet posibilita tanto la deducción como la evaluación de contenidos relacionados. Para aprovechar al máximo su potencial es necesario que se conozcan algunos conceptos relacionados. Por un lado, las características de las respuestas que ofrece el applet -a partir de lo analizado en el indicador de retroalimentación- posibilita que, si algunos de los contenidos relacionados no son conocidos por el estudiante, este pueda deducirlos en el marco de una propuesta de enseñanza que oriente este trabajo. Por otro lado, las características multimediales del applet junto a la diversidad de conceptos que vincula -analizados en las dimensiones correspondientes- permiten su utilización para la evaluación de contenidos.

5.3. Estudio del applet: *Representa las situaciones dadas*

En la Figura 3 se puede observar una captura de pantalla de la primera imagen del applet cuando se abre con GeoGebra.

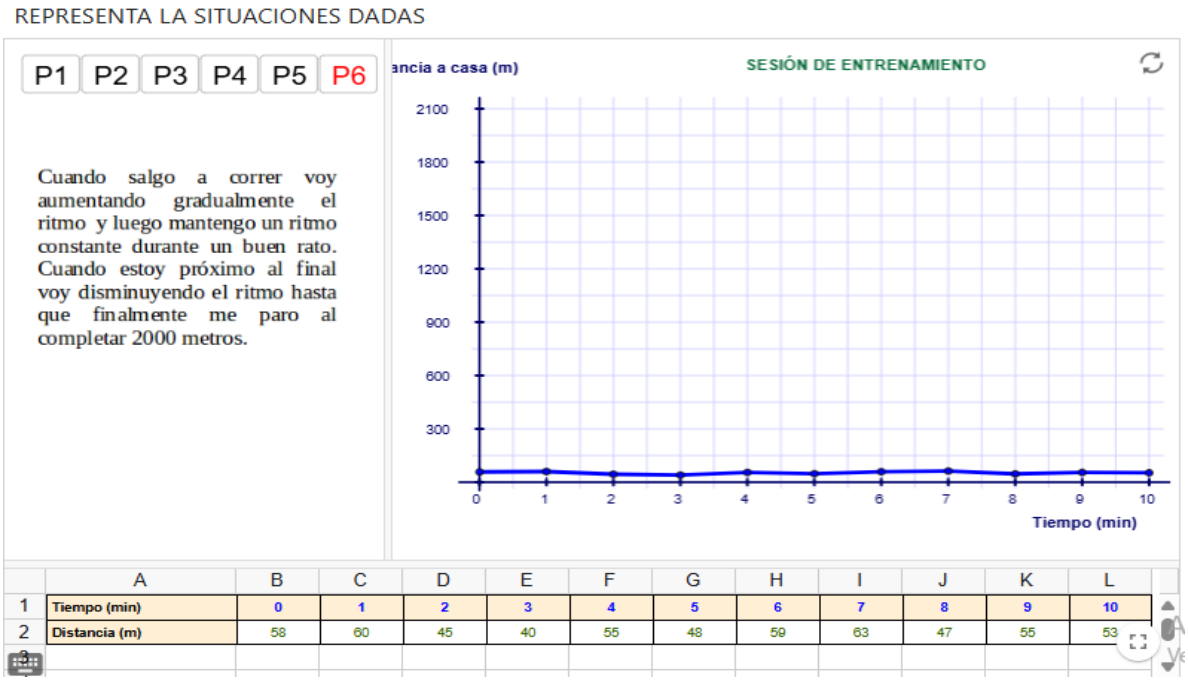


Figura 3. Captura de pantalla del recurso a analizar. Tomado de Álvarez et al. (2016).

Dimensión respecto a lo matemático

- Indicador de representaciones del concepto de función: el applet presenta tres representaciones del concepto de función: la gráfica, la tabla y la descripción verbal. Con respecto a la tabla, ya está establecida por lo que las coordenadas de las abscisas no se pueden modificar. Además, corresponden a números enteros, incluso cuando en algunas de las situaciones la variable independiente puede tomar valores no enteros. El applet permite completar distintos valores de la variable dependiente.
- Indicador de definiciones y propiedades asociadas al concepto de función: el applet incluye en su diseño el criterio de unicidad, presenta la relación entre tabla de valores, gráfica y descripción verbal de una función.

Dimensión respecto a lo multimedial

- Indicador multimedia: el applet incorpora imágenes a partir de gráficos, texto y permite realizar modificaciones en los valores de las tablas, que corresponden a cada función representada de acuerdo a lo que se plantea en cada situación.
- Indicador de contigüidad espacial: se presenta un cuadro de texto en pantalla indicando el contexto del problema que se plantea, relacionado a la gráfica y a la tabla disponible en cada caso.

- Indicador de contigüidad temporal: en el recurso se observan en simultáneo imágenes y palabras.
- Indicador de coherencia: el applet contiene sólo materiales y herramientas relevantes para la resolución de la consigna. Además, las filas y columnas de las tablas se nombran con números y letras, lo que permite identificar fácilmente valores en la tabla, aunque no resulta significativo para el uso del applet.
- Indicador de retroalimentación o corrección: el recurso no ofrece correcciones ni retroalimentaciones más allá de la gráfica en relación con las modificaciones en la tabla. Cabe destacar que algunas de las situaciones planteadas admiten más de una resolución correcta.
- Indicador de armonía: se entiende que en el applet la elección de los colores es adecuada y generan un espacio claro de trabajo.
- Indicador de multiplicidad: el applet ofrece seis situaciones para representar, en distintos contextos: Dieta de adelgazamiento, Área de un cuadrado, Descenso de la temperatura del agua, Reparador de electrodomésticos, Alquiler de un autobús y Sesión de entrenamiento. Cada situación se presenta en una hoja de trabajo distinta. Sin embargo, se presenta una única tabla para todas las situaciones, generando cambios en todas las gráficas a la vez, aunque se trabaje específicamente en una hoja de trabajo. Esta situación no permite retomar el trabajo con una situación abordada con anterioridad.

Dimensión respecto a lo didáctico

El título *representa las situaciones dadas* es la única indicación que se ofrece para la interacción con el applet. Se considera que puede generar dificultades para su utilización ya que puede no estar del todo claro con esa única frase cuál es la finalidad del mismo. El applet permite explorar los contenidos involucrados. La falta de corrección y la dependencia de las gráficas con respecto a una única tabla (analizadas en la dimensión multimedial) dificulta su utilización para evaluar los conceptos relacionados.

6. Reflexiones y perspectivas. Posibles líneas derivadas de este estudio

Los indicadores elaborados permiten analizar de manera integrada los variados aspectos que conforman un applet y le dan sus características únicas. Las tres dimensiones consideradas posibilitan no solo que se analicen los aspectos multimediales sino las características que reviste cada applet en relación con las representaciones de función y los conceptos relacionados que esas representaciones ponen en juego. Además, diversas características tales como la posibilidad de corrección y el tipo de exploración e interacción que ofrece un determinado applet permite analizar las potencialidades didácticas del applet y su posible adecuación a distintos objetivos de enseñanza.

De esta manera, no todos los applets pueden ser utilizados para introducir un concepto relacionado a función, ni todos pueden servir para evaluar contenidos, de acuerdo a los indicadores correspondientes a la dimensión con respecto a lo didáctico. La variedad de características que se despliegan en un applet es tan amplia que los objetivos que se persiguen en cada caso deben ser los que guíen su creación o elección.

No es correcto decir solamente que los applets que cumplan con una mayor cantidad de indicadores resultan más enriquecedores para el abordaje del concepto de función, puesto que una evaluación fragmentada o meramente cuantitativa no permitiría que se analice en su totalidad. No solo se deben tener en cuenta las tres dimensiones sino las relaciones entre ellas. Por ejemplo, algunos aspectos de la dimensión multimedial no pueden considerarse sin atender a los elementos sustanciales del concepto matemático de función, aunque algunas representaciones del concepto de función pueden

visualizarse con mayor claridad a partir de un diseño adecuado. Por otro lado, las características analizadas en el indicador de retroalimentación resultan claves para enmarcar al applet en distintas propuestas de enseñanza, lo que se analiza en la dimensión con respecto a lo didáctico. El indicador de retroalimentación o corrección tiene una influencia directa en el accionar de los estudiantes y la manera en que avanzan en la construcción y resignificación de contenidos relacionados. La interacción no es la misma con un applet que no ofrece corrección, que con uno que la ofrezca a partir de un mero cartel de incorrecto, o con uno que otorgue en esos casos la respuesta correcta.

Independientemente de la finalidad para la que cada applet es creado, si un applet cumple con variedad de representaciones (de acuerdo a lo que plantean los indicadores en la dimensión respecto a lo matemático), relaciona diversos contenidos, posee un diseño que posibilita y promueve la exploración (en concordancia con la rigurosidad matemática), que luce atractivo, invita a la interacción y motiva situaciones de retroalimentación a partir de sugerencias y correcciones; permite que se aproveche verdaderamente su potencial para que se cumplan los objetivos propuestos y se enriquezcan las propuestas de enseñanza que lo integran.

Si bien se decide trabajar especialmente con el contenido funciones para llevar adelante la investigación, solo una de las dimensiones corresponde específicamente a este concepto. Las dimensiones relacionadas con los aspectos multimediales y didácticos pueden aplicarse para analizar applets que relacionen diversos contenidos matemáticos. Sin embargo, estudiar un applet a la luz de estas dos dimensiones generales requiere que se consideren características matemáticas particulares, por lo que sería necesario que se establezcan ciertos indicadores en la dimensión matemática, que refieran específicamente a los conceptos involucrados.

En este sentido, la integración de tecnologías digitales no sólo transforma las formas de enseñar y aprender matemática, sino que también invita a revisar algunas maneras tradicionales de pensar los contenidos. La elección de un applet como punto de partida, en lugar de ser simplemente un recurso que se adapta a contenidos previamente definidos, puede influir en el recorrido conceptual que se propone a los estudiantes. Este cambio de enfoque permite, muchas veces, que emerjan nuevas preguntas, relaciones o representaciones, que no siempre son previstas desde una planificación centrada exclusivamente en los contenidos disciplinares.

Así, en determinadas propuestas de enseñanza, el recorrido no necesariamente parte únicamente de un contenido para luego buscar una tecnología que permita abordarlo, sino que las características del propio recurso digital pueden contribuir a orientar la construcción de conocimiento y a resignificar ciertos contenidos matemáticos. En este sentido, la tecnología no solo acompaña los procesos de enseñanza, sino que puede ofrecer nuevas perspectivas para abordar el saber matemático. Este enfoque exige a los docentes una mirada crítica que considere las potencialidades de los recursos digitales.

Explorar esta perspectiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje constituye una línea de investigación relevante y un punto de partida para nuestro grupo de trabajo, ya que invita a seguir indagando acerca de cómo las características de las herramientas digitales y de los contenidos involucrados condicionan o transforman las propuestas didácticas. También cómo la aplicación de indicadores constituye una herramienta para que los docentes puedan orientar una selección crítica de los applets que enriquezcan sus propuestas de enseñanza.

Agradecimientos

El presente trabajo se enmarca en un proyecto CAI+D 2024: La construcción de conceptos matemáticos acrisolada con tecnologías digitales (85420240100045LI), financiado por la Universidad Nacional del Litoral.

Bibliografía

Álvarez, J., Rodríguez, J., Losada Liste, R., Phelps, S., Álvarez García, J., y Jiménez, R. (2016). Funciones. *GeoGebra* [en línea]. Recuperado el 23 de mayo de 2025, de https://www.geogebra.org/m/GabMdEWD

Azcárate, C., y Deulofeu, J. (1996). *Funciones y gráficas*. Madrid: Síntesis.

Barreras, Á., Dubarbie, L., y Oller-Marcén, A. M. (2022). Análisis de applets de GeoGebra para la enseñanza del límite de una función. *Revista de Pedagogía*, [en línea] 74 (4). Recuperado el 12 de mayo de 2025, de https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.93361.

Bayés, A., Del Río, L., y Costa, V. (2018). Diseño de materiales educativos para dispositivos móviles con GeoGebra: Análisis de un caso. *Encuentro Internacional Virtual Educa,* [en línea], 20. Recuperado el 23 de mayo de 2025, de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/143984/Ponencia.pdfPDFA.pdf?sequence=1&isAllowed-=y.

Bayés, A. y Costa, V. (2025). Enseñanza de funciones polinómicas: propuesta didáctica que incorpora el aprendizaje móvil y el uso de GeoGebra. En *VIII Jornadas de Educación Matemática y V Jornadas de Investigación en Educación Matemática,* 74-86. FHUC · UNL: Santa Fe.

Dal Maso, M. (2023). Un problema de lugar geométrico que invita a descubrir y explicar propiedades mediadas por un software de geometría dinámica. *Épsilon,* [en línea], 115. Recuperado el 4 de mayo de 2026, de https://thales.cica.es/epsilon/sites/default/files/2023-12/epsilon115_02.pdf

Dubarbie-Fernández, L., Barreras, A. y Oller-Marcén, A. (2024). El uso de GeoGebra en la enseñanza de conceptos matemáticos: prácticas, barreras y percepciones docentes. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*,* [en línea] *24(1).* Recuperado el 4 de mayo de 2026, de https://doi.org/10.17398/1695-288X.24.1.77

Mc knight, C., Magid, A., Murphy, T., y Mc knight, M. (2000). *Mathematics Education Research: A Guide for the Research Mathematician*. Rhode Island: American Mathematical Society.

Oviedo, K., Jiménez, B., Ramírez, J. y Calderón, M. G. (2025). Applets en GeoGebra para el estudio de transformaciones lineales desde el enfoque EOS. *Épsilon,* [en línea]*, 119.* Recuperado el 4 de mayo de 2026, de https://thales.cica.es/epsilon/sites/default/files/2025-05/epsilon119_03.pdf

Romero, I. M. y García, M. M. (2023). Mathematical attitudes transformation when introducing GeoGebra in the secondary classroom. Education and Information Technologies [en línea]*,* 29. Recuperado el 4 de mayo de 2026, de https://doi.org/10.1007/s10639-023-12085-w

Sanjurjo, L., Foresi, M. F., Petrone, E., y Sgreccia, N. (2017). *La enseñanza de la Matemática en la Escuela Media: fundamentos y desafíos.* Rosario: Homo Sapiens.

Sessa, C., Andrés, M., Coronel, M., Di Rico, E., y Luna, J. (2020). Diseño colaborativo de una propuesta para abordar la noción de función que coordina gráficos cartesianos con modelos geométricos dinámicos. *Revista de Educación Matemática*, [en línea], *35* (1). Recuperado el 23 de mayo de 2025, de https://doi.org/10.33044/revem.28177

Tamara Sola. Profesora de Matemática en los niveles secundario y universitario de la ciudad de Santa Fe, Argentina. Ha participado como expositora en congresos y jornadas especializadas nacionales e internacionales. Cuenta con publicaciones en revistas especializadas en enseñanza de la matemática. Actualmente, adscripta graduada de la Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral.

Marcela, Götte. Profesora en Matemática y Magíster en Didácticas Específicas. Trabaja en formación de docentes en Matemática y de Educación Primaria en la ciudad de Santa Fe, Argentina. Docente investigadora en temas referidos a la enseñanza de la matemática en distintos niveles del sistema educativo de la Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral.

Magali, Freyre. Profesora de Matemática y Magíster en Didácticas Específicas. Cuenta con publicaciones en revistas especializadas en enseñanza de la matemática. Docente investigadora en temas referidos a la enseñanza de la matemática en distintos niveles del sistema educativo de la Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral.