

Artículo Científico

Programa geogebra y su aplicación en la enseñanza de la matemática

Geogebra program and its application in the teaching of mathematics

Luis Germán Castro Morales^a

^a Magister en Ciencias de la Educación, Docente en la Universidad Regional Autónoma de Los Andes ([UNIANDES](#)), Extensión Ibarra. Ecuador. Email: german-castro2011@hotmail.com

Entregado: 28 de Abril de 2019

Aprobado: 03 de Diciembre de 2019

RESUMEN

La metodología empleada para la enseñanza de la Matemática no incorpora estrategias innovadoras que estimulen al estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje, haciéndolo más activo y participativo en la realización de las actividades educativas. Además, el desconocimiento del manejo y utilización de las tecnologías de la información hace que los estudiantes sean considerados como analfabetos digitales en algunos casos. Esta investigación tiene como objetivo plantear la inserción en la enseñanza de la matemática un software que permita la mejor interacción de la teoría y la practica en la construcción del conocimiento en el aula de parte del estudiante. Para lo cual este trabajo se apoya en la investigación documental, la misma que permite la búsqueda de los referentes teóricos de fuentes primarias y secundarias, además de ser de carácter cualitativo. En nuestro país la educación recién está comenzando a despegar, este retardo es provocado por el mismo sistema educativo, el cual propicia que el rol del docente sea de carácter administrativo y no de facilitador del conocimiento, al involucrar nuevas estrategias tecnológicas como el software gratuito Geogebra, se evitan errores en los procesos de cálculo, razón por lo cual el nivel educativo sería más proactivo. Los cambios tecnológicos han posibilitado la aparición de nuevos procesos de transferencia de conocimiento en la matemática.

Palabras clave: Geogebra, matemática, enseñanza-aprendizaje, TIC.

ABSTRACT

The methodology used for the teaching of Mathematics does not incorporate innovative strategies that stimulate the student in the teaching and learning process, making it more active and participatory in the realization of educational activities. In addition, the ignorance of the handling and use of the information technologies, causes that the students are considered as digital illiterates in some cases. This research aims to propose the insertion in the teaching of mathematics software that allows the best interaction of theory and practice in the construction of knowledge in the classroom on the part of the student. For which this work is supported by documentary research, which allows the search of the theoretical references of primary and secondary sources, besides being of a qualitative nature. In our country education is just beginning to take off, this delay is caused by the same educational system, which encourages the role of the teacher is administrative and not facilitator of knowledge, to involve new technological strategies such as free software Geogebra, mistakes are avoided in the calculation processes, reason why the educational level would be more proactive. Technological changes have made possible the appearance of new processes of knowledge transfer in mathematics.

Keywords: Geogebra, mathematics, teaching-learning, TIC.

INTRODUCCIÓN

La matemática desde su inicio es una ciencia que a temprana edad permite el desarrollo de las estructuras mentales que según Piaget las clasifica en inteligencia sensorio motora, representativa (con un subperiodo preoperatorio y otro operatorio) y formal del niño, pero a medida que pasa el tiempo son el problema para la mayoría de estudiantes, por su complejidad o en muchos de los casos por la inadecuada estrategia metodológica empleada por los docentes, ya que la matemática es considerada como una ciencia dura en la que apoyan a la mayoría de ciencias para su explicación. (Enfoque & Piaget, 2017).

Sin embargo, se ha considerado apropiado y defendible, comenzar haciendo una síntesis de los principales matemáticos y los aportes que estos han dado a la matemática desde inicios del siglo XVI.

En 1591 François Viète 1540-1603 inventó el álgebra simbólica y es la fase moderna del desarrollo del álgebra, inaugurado por este matemático en el siglo XVI, quien fue el primero en usar literales para las incógnitas y los parámetros de las ecuaciones (Puig, 2010)

Por otra parte, René Descartes 1596-1650 y Pierre de Fermat 1601-1665 inventaron de manera independiente la geometría analítica en 1630. En esencia, la geometría analítica significaba, primero, que las curvas podían representarse por medio de ecuaciones; segundo, que cada ecuación determinaba una curva. Los griegos y musulmanes ya habían estudiado ciertas familias de curvas, pero principalmente se enfocaron en el círculo y las secciones cónicas e incluso algunas otras curvas definidas por medio de lugares geométricos (Ponce, 2015)

Muchos problemas se habían resuelto para este tipo de curvas, incluyendo el cálculo de tangentes y áreas. A inicios del siglo XVI, con el uso del álgebra, los estudiosos de la geometría de las curvas se encontraron con una nueva gama de curvas para estudiar y analizar, dado que cada ecuación podía ahora producir una curva. Con estas nuevas curvas, los antiguos métodos de la geometría sintética eran insuficientes. Una pregunta que aquí surge es: ¿Cómo podríamos describir las propiedades de la tangente en un punto arbitrario a una curva definida por un polinomio de grado 36? (Alarcón, Suescún, & de la Torre, 2005)

Los griegos sabían cómo trazar tangentes para cierto tipo de curvas. Ellos habían definido una tangente como la línea que toca una curva en un solo punto, pero sin cortarla. Esta definición resultaba apropiada para la circunferencia, pero no lo era para otro tipo de curvas.

Por ejemplo, en el siglo III a.C., Apolonio de Pérgamo (262-190 a. C.) definió como tangente a una sección cónica y procedió a determinarla en cada caso. Las técnicas para el cálculo de tangentes eran dentro de un contexto geométrico. Para curvas como la espiral de Arquímedes estas técnicas no eran de gran utilidad. (Ponce, 2015)

Arquímedes 287-212 a. C sabía trazar las tangentes a su espiral y se cree que para ello consideró el problema desde un punto de vista cinemático, calculando la dirección del movimiento de un punto que genera la espiral. ¿Cómo se definía entonces la tangente en el punto (0, 0) para la curva $y = x^3$ o la tangente en un punto a una curva con muchos puntos críticos? El estudio de las nuevas curvas implicaba nuevos retos. Surgieron también nuevos problemas relacionados con el estudio de áreas y de

longitudes de arco. Cabe mencionar que los griegos incluso abordaron ciertos problemas relacionados con el cálculo de máximos y mínimos (extremos) a los cuales llamaron problemas Isoperimétricos. (Martínez y Pons, 2012)

Los matemáticos del siglo XVII, uno de ellos René Descartes, tenían la esperanza de que la nueva álgebra simbólica pudiera ayudar, de alguna manera, a resolver todos los problemas de extremos. Asimismo, se enfocaron también en problemas clásicos de tangentes y áreas, los cuales fueron extendidos, y cuyas soluciones surgirían del uso de las nuevas herramientas: el álgebra simbólica y la geometría analítica. En este mismo siglo, se produjo una explosión sin precedentes de las matemáticas y de las ideas científicas en toda Europa. El italiano Galileo observó las lunas de Júpiter en órbita alrededor de ese planeta, utilizando un telescopio basado en un juguete importado de Holanda. (Hernandez, 2002)

El danés Tycho Brahe Tycho había reunido una enorme cantidad de datos matemáticos que describen las posiciones de los planetas en el cielo. Su discípulo, el alemán Johannes Kepler, comenzó a trabajar con estos datos. En parte, porque quería ayudar a Kepler en sus cálculos, Neper, en Escocia, fue el primero en investigar los logaritmos naturales. Kepler logró la formulación matemática de las leyes del movimiento planetario. La geometría analítica desarrollada por Descartes 1596-1650, un matemático y filósofo francés, permitió que las órbitas se pudiesen representar gráficamente, en coordenadas cartesianas. Basándose en trabajos anteriores de muchos matemáticos, el inglés Isaac Newton, descubrió las leyes de la física al explicar las Leyes de Kepler, y reunió a los conceptos que hoy se conoce como cálculo. Independientemente, Gottfried Wilhelm Leibniz, en Alemania, desarrolló el cálculo y gran parte de la notación de cálculo que todavía se usa en la actualidad.

Además de la aplicación de las matemáticas a los estudios de los cielos, las matemáticas aplicadas comenzaron a expandirse hacia nuevas áreas, con la correspondencia de Pierre de Fermat y Blaise Pascal.

Las bases para las investigaciones de la teoría de la probabilidad y las correspondientes reglas de combinatoria en sus conversaciones sobre un juego de apuestas. Pascal intentó utilizar el desarrollo de la nueva teoría de la probabilidad para argumentar a favor de una vida dedicada a la religión, sobre la base de que incluso si la probabilidad de éxito era pequeña, la recompensa sería infinita (Véase “La apuesta de Pascal”. En cierto sentido, esto era un preludio del desarrollo de la teoría de la utilidad durante los siglos XVIII y XIX. (Santos y García, 2010)

Para evitar la confusión de los estudiantes para la enseñanza de la matemática, el docente del siglo XXI debe buscar estrategias metodológicas que permitan llegar al estudiante, dentro las cuales tenemos las TIC ya que el estudiante es un experto en el manejo de las mismas, pero no de las adecuadas como Geogebra que es un software que permite la gráfica de funciones racionales e irracionales

La nueva de la información y el conocimiento requiere de nuevos enfoques formativos que nos permitan aprender a aprender para seguir formándonos toda la vida. El uso del ordenador en clase de Matemáticas favorece la adquisición de conceptos, permite el tratamiento de la diversidad y el trabajo en grupo, y es un elemento motivador que valora positivamente el error. Es decir, la interacción entre el conocimiento cotidiano en el aula sumado a este un recurso tecnológico que le permita al estudiante comparar los resultados de las actividades realizadas permitirá cimentar de mejor manera los conocimientos adquiridos. (Miguel & Botana, 2006.).

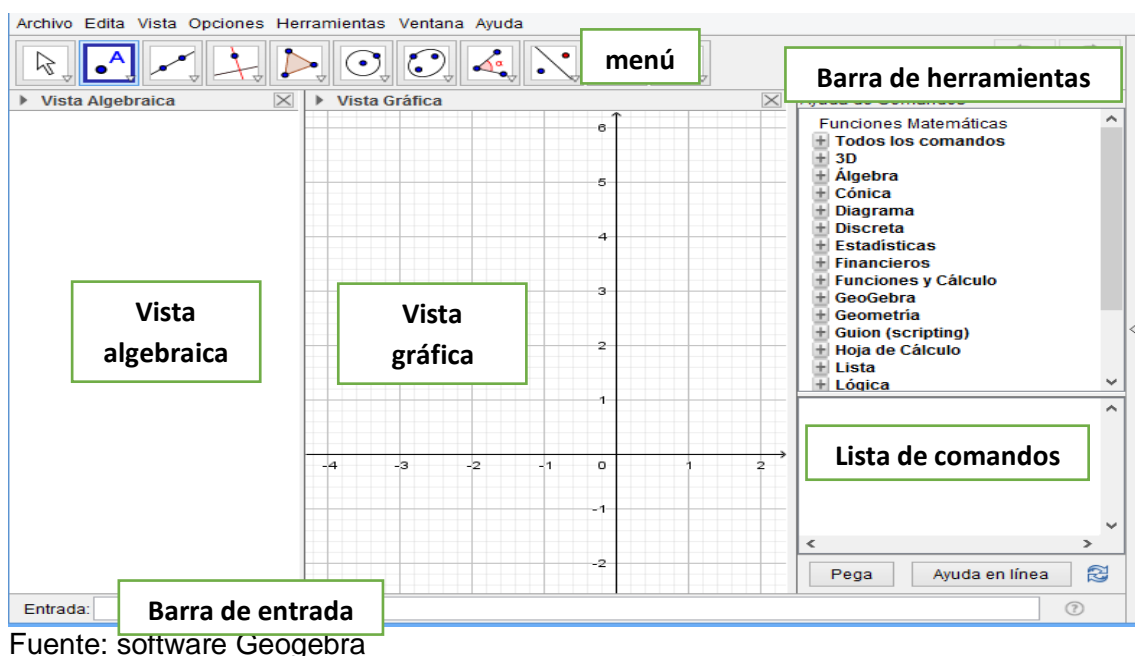
Según un artículo publicado en la revista tecnológica ESPOL, volumen 28 expresan que: “Los procesos de aprendizaje son más eficientes cuando integramos herramientas informáticas que faciliten a través de procesos visuales el análisis matemático garantizando la vinculación del aprendizaje adquirido”.(Avecilla, Cárdenas, Barahona, & Ponce, 2015, p. 15).

Geogebra es un software matemático interactivo libre (libre quiere decir que nosotros podemos mejor el programa agregándole cosas que se adapten a nuestras necesidades), elaborado por Markus Hohenwarter en 2001 en la Universidad de Salzburgo, un estudioso cuya investigación se centra en el uso de la tecnología para la enseñanza de la educación en el área matemática, es un matemático austriaco y profesor de la Universidad Johannes Kepler (JKU) Linz, es presidente del Instituto de Educación Matemática. Quien desarrolló el software educativo Geogebra, el mismo que ha ganado numerosos premios en Europa y Estados Unidos, además trabajó en la Universidad Atlántica de Florida y Florida State University. (Losada, 2007).

El software Geogebra es una calculadora gráfica para geometría, álgebra, cálculo, estadística y graficas en 3D, se puede usar en línea, siempre y cuando haya internet o simplemente descargar el programa, siendo una herramienta tecnológica fácil de utilizar tanto el docente como el estudiante, ya sea para enseñar o aprender la matemática de una manera más dinámica.

El software Geogebra es un interfaz cuya presentación tenemos en la figura 1, el mismo que presenta una vista algebraica, una vista gráfica, una lista de comandos (como graficas en 3D, algebra. Estadística, funciones, geometría hojas de cálculo, etc), una bandeja de entrada (donde se puede escribir las ecuaciones o funciones que se quieren graficar ya sea estas, en vista general o en 3D) y la barra de herramientas donde se encuentran todas las actividades que puede realizar el programa. El propósito de esta investigación es promover el uso del mencionado instrumento tecnológico, brindado al estudiante una herramienta que le permita disipar sus dudas, de tal manera que se transforme en generador de su propio conocimiento, propiciando así aprendizajes significativos (Losada, 2007).

Figura 1: Interfaz de la herramienta Geogebra



Fuente: software Geogebra

MÉTODO

Esta investigación es de tipo cualitativo ya que permitirá conocer y comprender el desenvolvimiento de los actores del proceso educativo, es decir un análisis del uso de estrategias metodológicas innovadoras, para impartir los contenidos de la matemática, en los diferentes niveles de educación, ya sea en nivel básico, medio o superior, relacionando las actividades teóricas y prácticas con elementos tecnológicos orientados a la resolución de problemas de acuerdo a la necesidad de la temática de clase, además de una investigación bibliográfica documentada que permite fundamentar de forma teórica y sistemática todos los aspectos que engloba el presente trabajo.

Está basada en el método inductivo y deductivo ya que permiten hacer un análisis bidireccional de lo particular a lo general y viceversa para la correcta articulación de la información y sus fuentes, del fenómeno estudiado. El método analítico permite distinguir los elementos para la revisión ordenada de cada uno de ellos y su reorientación en el proceso de enseñanza y aprendizaje, además del método sintético el cual relaciona hechos que se encuentran aparentemente separados para luego formular una teoría que permite unificar de mejor manera dichos elementos (Munch, 2009). En el presente proyecto no se calculó la muestra que la población no sobrepasa las cien personas, razón por la cual no se hace necesario.

RESULTADOS

Este software permite al estudiante comparar sistemáticamente los cálculos realizados a través del uso tradicional de la tabla de valores, para luego ubicar los pares ordenados en el sistema cartesiano, asimismo el análisis de la relación entre la variable independiente y dependiente, como de su comportamiento en el plano cartesiano, además de poder determinar la distancia entre determinados puntos de la función, como la ecuación de la recta entre dos puntos y su pendiente o grado de inclinación respecto al eje de las abscisas.

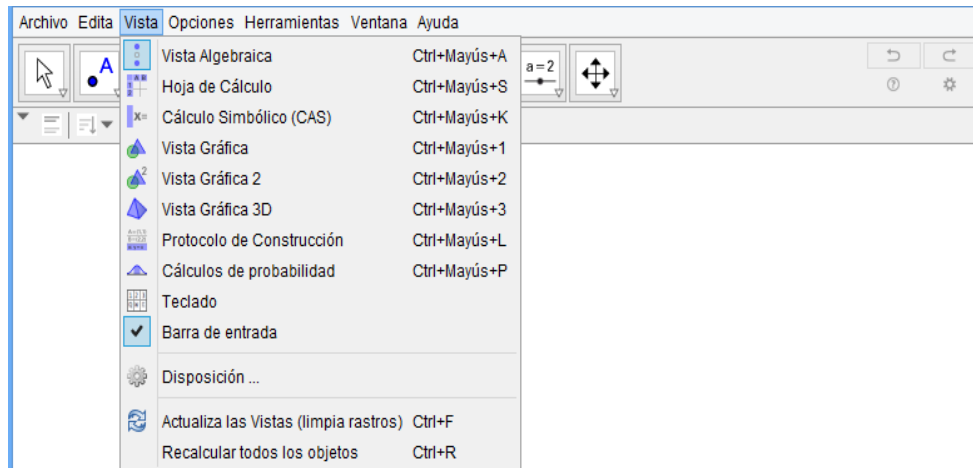
Es decir, puede tener una visión clara de la gráfica de la función planteada, ya que en muchos casos al realizarla de forma manual esta se distorsiona, ya que el estudiante no utiliza una escala adecuada o proporcional en los dos ejes, realiza una pésima asignación de los valores a la variable independiente alterando los valores de la variable dependiente, en muchos casos se debe a que al ubicar los pares ordenados en el sistema cartesiano se hace de manera incorrecta ya que se confunden los valores de las abscisas por las ordenadas o viceversa.

También al no utilizar una escala adecuada para su graficación, se cometen errores tanto de forma como de fondo, ya que en algunos casos se ubica de manera incorrecta los pares ordenados en los cuatro cuadrantes de plano cartesiano.

Razón por la cual la utilización con solvencia y responsabilidad, de un software tecnológico, interactivo gratuito y fácil de manipular, permite al estudiante ser más proactivo, reflexivo y crítico de sus propias acciones, permitiéndole realizar actividades de análisis, comparación y reestructuración de las tareas para una correcta apropiación del conocimiento.

El mencionado software es muy fácil de manejarse ya sea si se descarga o en línea, donde en la barra de herramientas se activa en el menú la opción vista, de igual manera se despliegan algunas actividades, como la vista en 3D, el cálculo de probabilidades, la hoja de cálculo y muchas acciones más como indica la figura 2.

Figura 2: Interfaz de la herramienta Geogebra

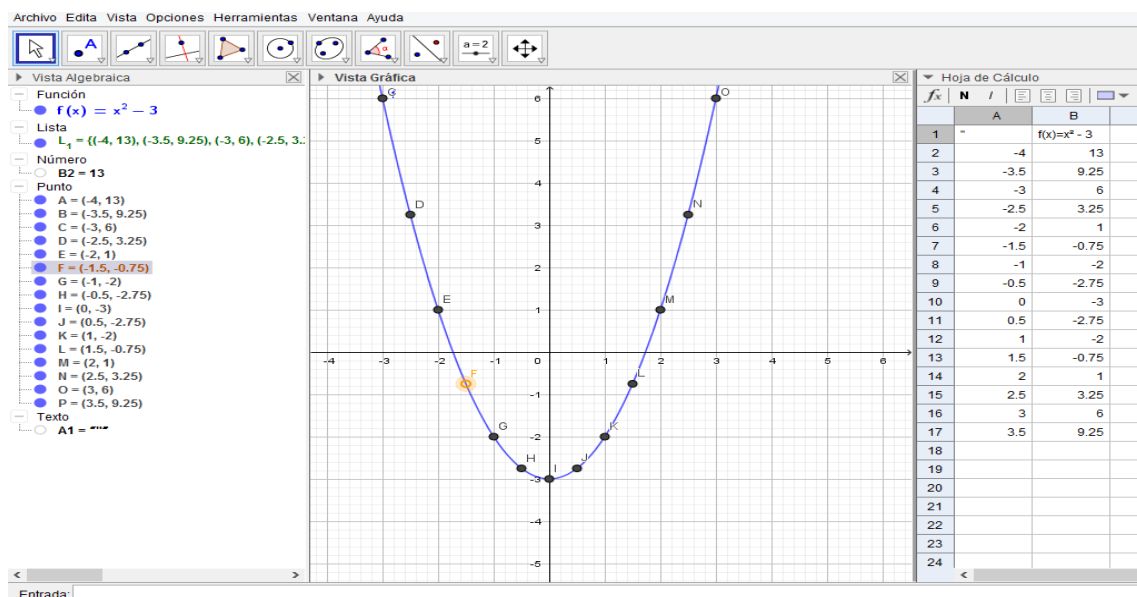


Fuente: software Geogebra

La utilización del software Geogebra entre las actividades que permite realizar se detallan las siguientes:

Gráfica de una función cuadrática

Figura 3: aplicación de la herramienta Geogebra

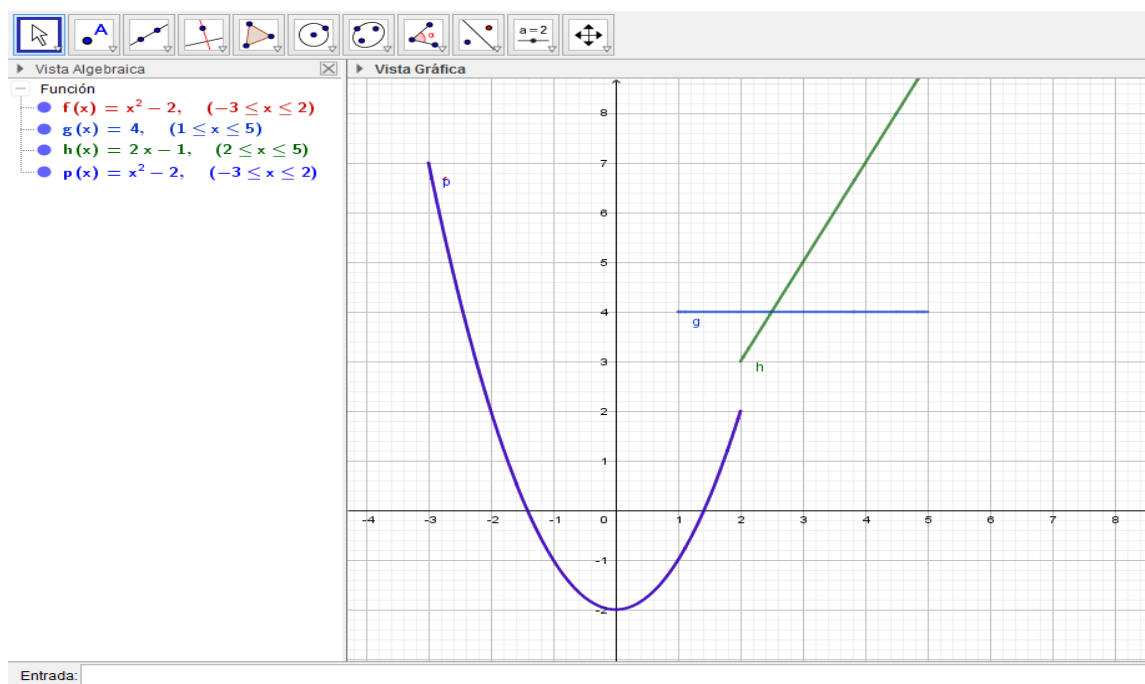


Fuente: software Geogebra

La actividad expuesta en la figura tres, permite observar la tabla de valores, elemento fundamental para la gráfica de funciones y la gráfica de una función cuadrática con todas las intersecciones de los puntos determinados para el dominio y el rango o imagen de la función planteada, permitiéndole de esta manera al discente comparar, rectificar errores, aprovechando de mejor manera los beneficios de las tecnologías aplicables en los procesos educativos.

Gráfica de funciones por tramos

Figura 4: aplicación de la herramienta Geogebra

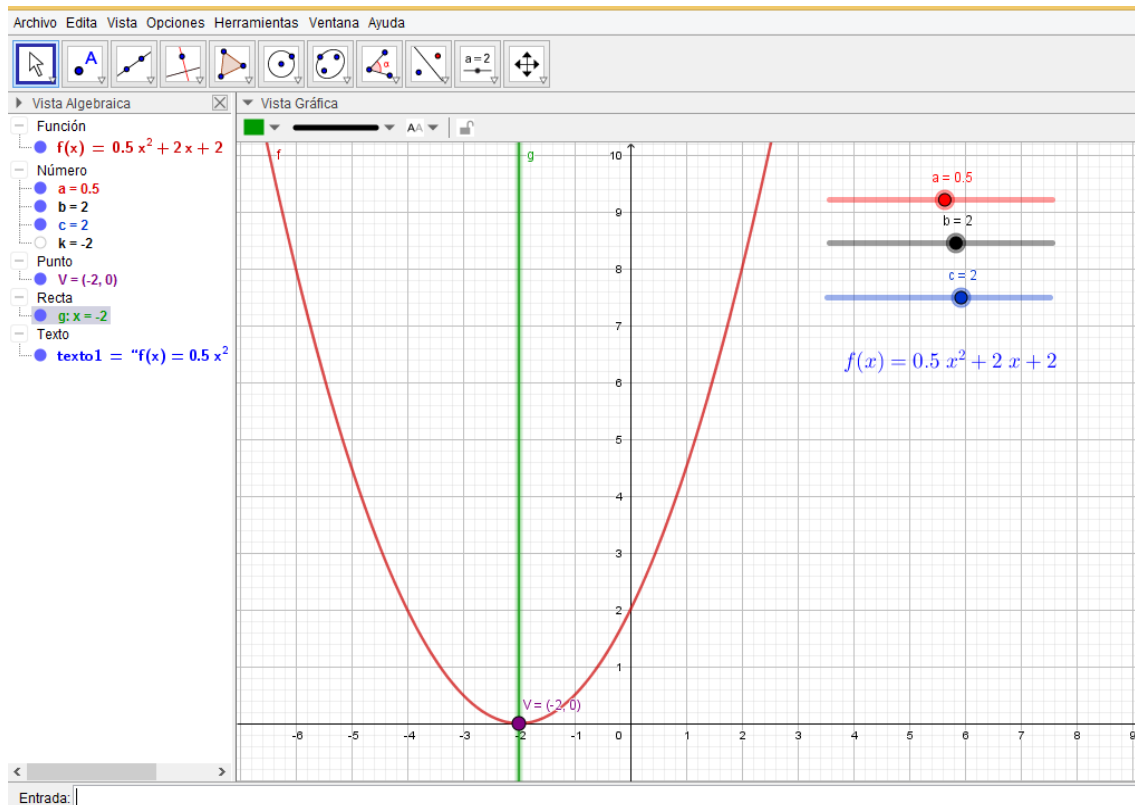


Fuente: software Geogebra

La actividad desarrollada en la figura cuatro permite realizar la gráfica de funciones a trozos, donde el estudiante comete equivocaciones debido a que no se consideran las condiciones expuesta a cada una de las funciones, o por no leer adecuadamente el lenguaje formal matemático, razón por la cual la utilización de este software permite evitar equivocaciones y realizar las comparaciones adecuadas con las actividades teóricas y prácticas realizadas en el aula.

Gráfica de una función cuadrática con deslizadores

Figura 5: aplicación de la herramienta Geogebra

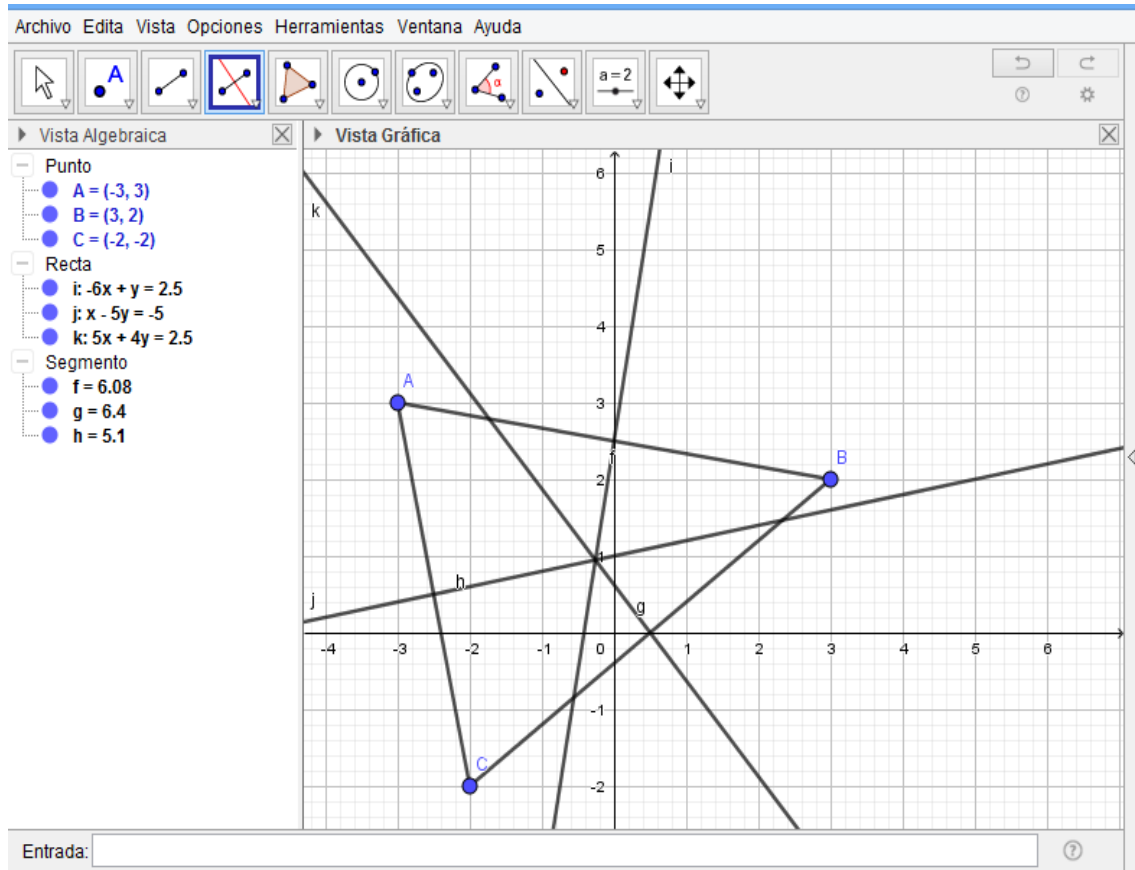


Fuente: software Geogebra

La actividad desarrollada en la figura cinco, es la gráfica de una función cuadrática con la utilización de deslizadores, donde la gráfica cambia de posición, es decir se invierte si el valor del término de x^2 se vuelve negativo, si movemos el deslizador (a), si aumentamos o disminuimos el valor del deslizador (b) la función se mueve a la derecha o izquierda del eje x y si cambia de valor el deslizador (c), la gráfica se desplaza en el eje y , además de obtener la línea de simetría de la función, su vértice en el punto mínimo, es decir permite ver el comportamiento de la función de acuerdo al valor que adquiere la variable independiente o datos de entrada.

Gráfica del Cálculo de ecuaciones y distancias

Figura 6: aplicación de la herramienta Geogebra

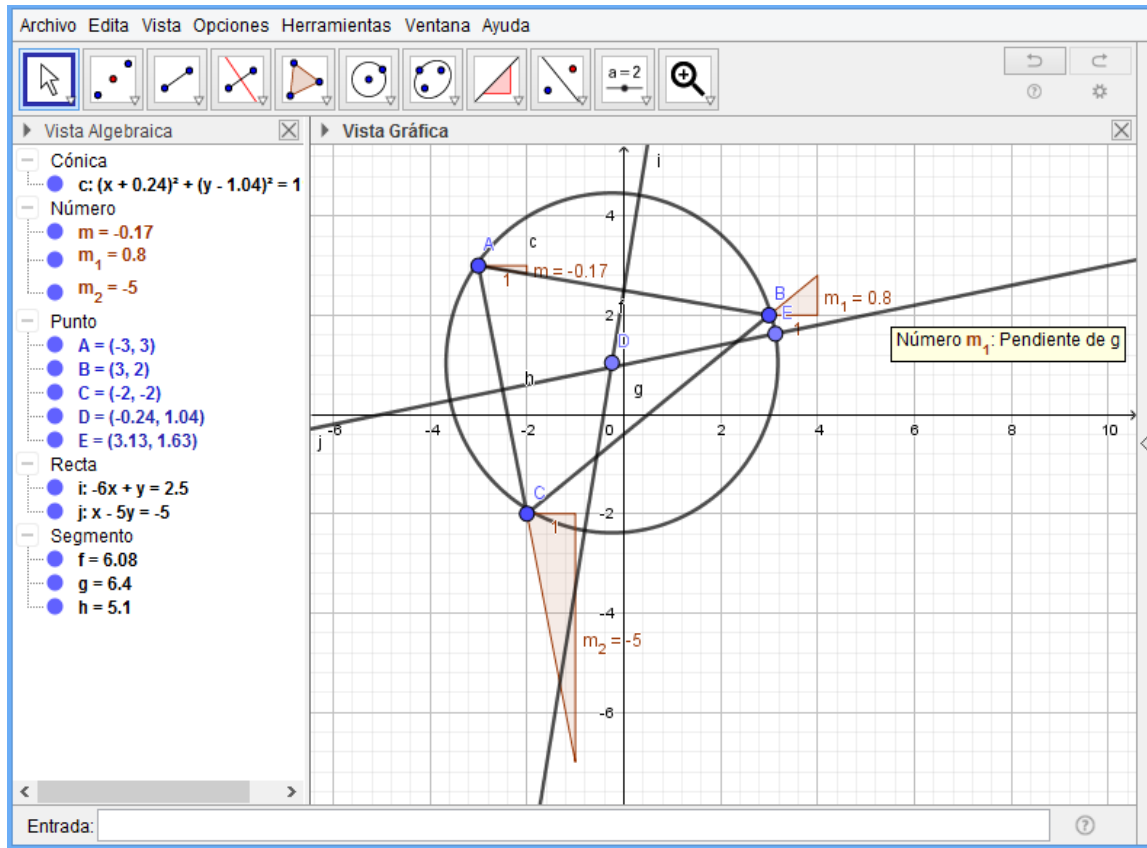


Fuente: software Geogebra

La que indica la figura seis es la ubicación de puntos en un plano cartesiano, donde el sistema nos permite unirlos dando como resultado automático las ecuaciones de cada uno de las rectas, además de la distancia entre los puntos extremos de cada una, lo permite que al estudiante hacer una comparación con los resultados elaborados de forma manual, evitando errores al momento de ubicar los pares ordenados en el plano y el cálculo matemático de sus pendientes y puntos de intersección.

Gráfica de Pendientes y líneas geométricas

Figura 7: aplicación de la herramienta Geogebra

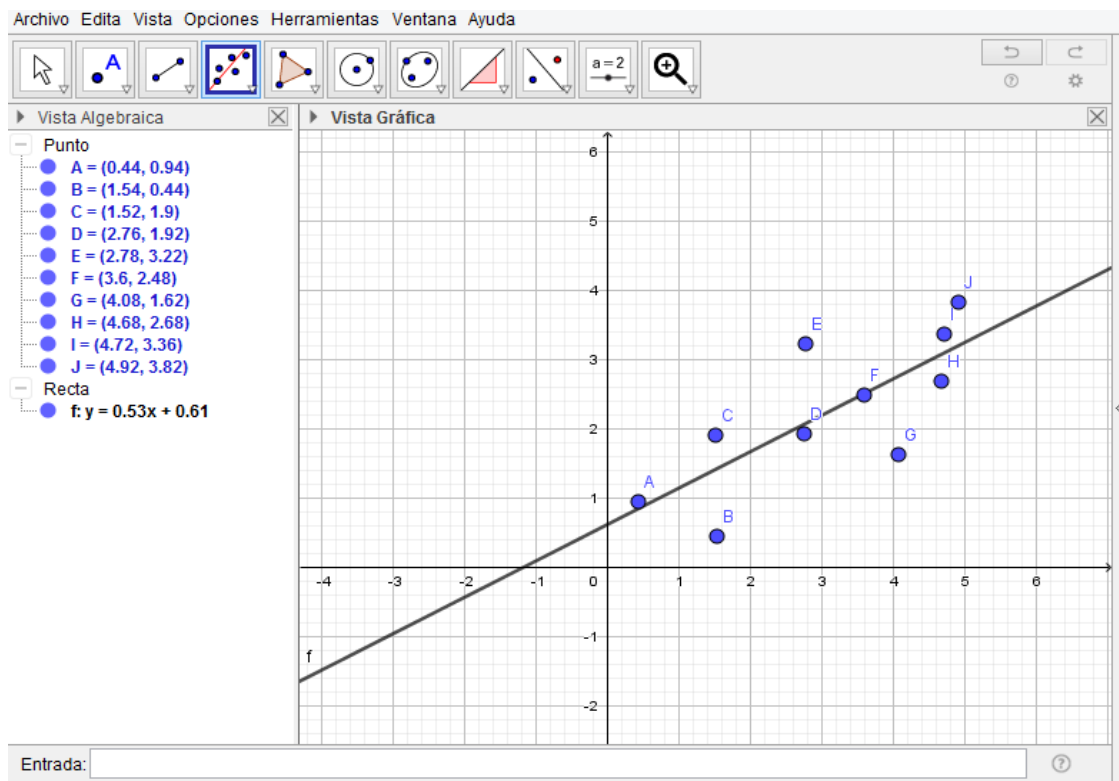


Fuente: software Geogebra

La actividad realizada en la figura siete corresponde al cálculo de las pendientes de cada una de las rectas, las mismas que cuyo resultado es una pendiente positiva ya que su ángulo de inclinación respecto al eje X es menor a 90 grados y dos pendientes negativas debido a que su ángulo de inclinación es superior a los 90 grados, el trazo de circunferencia, además de las mediatrices las cuales dividen a los lados en partes iguales siendo perpendiculares a los mismos. Todo esto se lo hace con conocimiento básico de actividades de dibujo técnico.

Gráfica de un Diagrama de dispersión

Figura 8: aplicación de la herramienta Geogebra

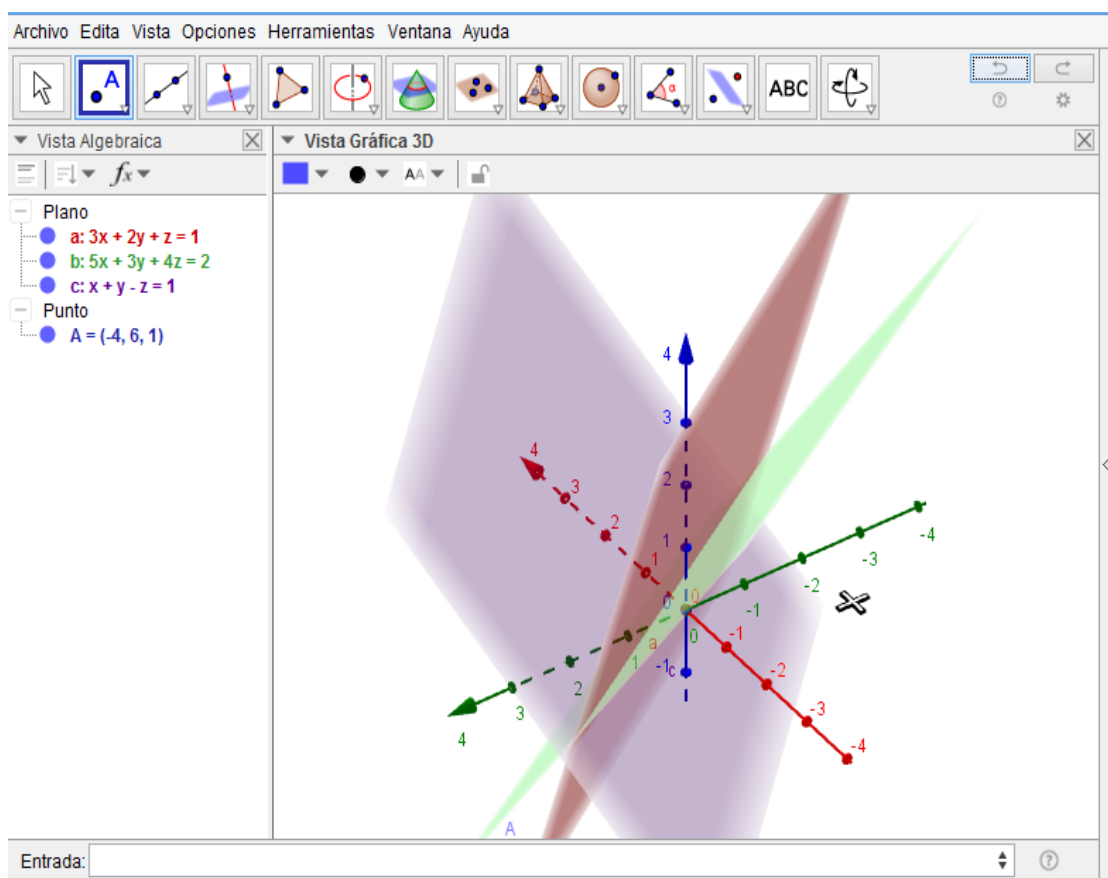


Fuente: software Geogebra

La actividad de la figura ocho permite encontrar el ajuste de la recta de una serie de datos que se encuentran dispersos en el sistema cartesiano, sin la aplicación manual del método de mínimos cuadrados, permitiendo este software tener la ecuación de la recta, su pendiente y la intersección

Gráfica de ecuaciones en 3D

Figura 9: aplicación de la herramienta Geogebra



Fuente: software Geogebra

La actividad de la figura nueve permite encontrar la solución a sistemas de ecuaciones con tres incógnitas para lo cual se utiliza la vista grafica en 3D, evitándonos extensos procesos de cálculo para determinar el valor de las distintas variables, además de aplicar a otros conocimientos como matrices.

DISCUSIÓN

La correcta orientación del docente para la utilización de aplicaciones tecnológicas despertase en él estudiante interés y una actitud positiva, logrando ser más proactivo ya que le facilitará ir mejorando en la búsqueda y construcción de su propio conocimiento, ya que este software en particular le permitirá detectar sus errores como también verificar sus aciertos.

Lograr la integración de las TIC en el aula de matemática, dependerá del interés y la capacidad de los docentes para generar ambientes idóneos de aprendizaje que favorezcan la producción de conocimientos con clases dinámicas, estimulando el aprendizaje continuo y el trabajo colaborativo (Cotic, 2014). Es decir todo depende de la estrategia metodológica que utilice el docente, es por eso que este debe ser un apasionado de lo que hace, terminando de esta manera con la comunicación unidireccional o vertical que se da en el aula, por una comunicación horizontal entre todos los actores del proceso educativo.

Según Rafael Losada Liste manifiesta que “Para los usuarios avanzados, Geogebra también dispone de una lista de parámetros ajustables en el código html del applet incrustado. Si usted es de los exigentes y todavía pide más versatilidad, Geogebra le ofrece todo un repertorio de métodos de JavaScript que le permitirán comunicar los objetos y propiedades de la aplicación con comandos html u otras aplicaciones” (2007, p. 13). Esto quiere decir que todo depende de las habilidades y destrezas que cada estudiante va desarrollando, para el manejo del software ya que existe en diferentes versiones como son el 3.2, el 5.0, el 6.0, entre otros.

Realizando un análisis comparativo entre la utilización del software Geogebra en la matemática con la utilización de métodos tradicionales se puede deducir lo siguiente:

La adecuada utilización de la tecnología, es decir el aprovechamiento de los recursos tecnológicos de la información para mejoramiento del conocimiento y no el uso de redes sociales que en muchas ocasiones mal utilizadas traen consigo consecuencias negativas a los usuarios, además de tener una variedad de instrumentos de estudio más interactivo. Esto permite que la comunicación entre todos los involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje sea de tipo horizontal, donde el rol del docente sea de facilitador de la información y el conocimiento.

Realizar la gráfica de funciones racionales e irracionales, ya sean estas algebraicas, logarítmicas, exponenciales, trigonométricas, entre otras, haciendo que los estudiantes sean más investigadores, generadores de su propio conocimiento, logrando aprendizajes más significativos y de esta manera la optimización de los diferentes recursos.

En cambio con la enseñanza de la Matemática tradicional: No utiliza recursos tecnológicos, siendo el estudiante un receptor de la información, donde se sigue

utilizando recursos como el cuaderno y el lápiz, en muchos de los casos hojas milimétricas para la exactitud de la gráficas, además de realizar en ocasiones el trabajo en equipo, volviéndose una rutina repetitiva por muchos años donde el docente es el dueño del conocimiento razón por cual se sigue utilizando en la mayoría de las actividades una comunicación vertical.

Permite que el aprendizaje siga siendo conductista y no constructivista que exige la ley de educación, convirtiendo a los estudiantes en seres conformistas que no explotan sus habilidades, como los recursos que nos ofrecen las tecnologías de la información y la comunicación para mejorar el conocimiento.

CONCLUSIONES

El software denominado Geogebra permite al estudiante tener una visión sistemática de la gráfica de cualquier función sea esta algebraica, exponencial, logarítmica, trigonométrica permitiéndole corregir los errores que se originan al realizar la gráfica de forma manual sin los instrumentos apropiados como hojas milimétricas, una escala adecuada, etc.

La utilización de software logra la integración de las TIC en el aula para la enseñanza de la matemática, lo cual dependerá del interés y la capacidad de los docentes para propiciar un ambiente de aprendizaje que beneficie la producción de conocimientos con clases mucho más dinámicas, estimulando el aprendizaje continuo y el trabajo colaborativo, permitiéndole al estudiante ser más independiente.

Geogebra es un programa pensado para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, sea intuitivo, fácil de usar, de estética cuidada, con grandes posibilidades pedagógicas y en continuo desarrollo. Para el profesorado y el alumnado de educación básica, media y superior que, a más de ser un gran recurso, puede ser un entretenimiento en el desarrollo de las actividades autónomas.

El estudiante al familiarizarse con este software podrá realizar muchas actividades no solo lo relacionado a las funciones, sino con la Trigonometría, Estadística, Cálculo de probabilidades y muchas cosas más, despertando el interés creativo para ser el promotor de su propio conocimiento.

Para que este sistema informático, sea más pertinente para la graficación de cualquier función propuesta, de preferencia estas se deben tenerlas escritas en una hoja de Word, y utilizando el comando insertar ecuación, solamente copiar y pegar la función en la barra de entrada del mencionado software o elemento tecnológico, luego pulsar el comando ENTER para que automáticamente aparezca, tanto en la vista algebraica como en la gráfica.

REFERENCIAS

- Avecilla, F. B., Cárdenas, O. B., Barahona, B. V., & Ponce, B. H. (2015). Geogebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 28(5), 121–132. Retrieved from <http://learningobjects2006.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/429/296>
- Alarcón, S. A., Suescún, C. M., & de la Torre, A. (2005). El método de las tangentes de Fermat. *Matemática: enseñanza universitaria*, 13.
- Arya, J. & Lardner, R. (2009). *Matemáticas Aplicadas a la Administración y Economía*. México: Editorial Pearson Educación.
- Arroba, J. & Lara, J. (2009). *Análisis Matemático*. Quito: Editorial Talleres Centro de Matemática de la Universidad Central del Ecuador.
- Cotic, N. S. (2014). Geogebra como puente para aprender matemática, Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación Geogebra 1–9.
- Diferencial, C. (n.d.). *Historia del Análisis Matemático Problemas de cuadraturas en las matemáticas griegas*.
- Enfoque, E. L., & Piaget, C. D. E. (2017). El enfoque constructivista de piaget. Disponible en: www.ub.edu/dppsed/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap_05_piaget.pdf
- Gómez, A. de la T. (2006). El método cartesiano y la geometría analítica. *Matemáticas: Enseñanza Universitaria*, XIV(1), 75–87. Retrieved from. Disponible en: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=46814108>
- Hernandez, L. m. (2002). Los matemáticos del siglo XVII.. 1(1). Obtenido de www.mat.uson.mx/depto/publicaciones/apuntes/pdf/1-1-4-analitica.pdf
- Losada, R. (2007). Geogebra: La eficiencia de la intuición. *Mathematica*, 10, 223–239. Retrieved from. Disponible en: http://www.iespravia.com/mates/software/2005/Geogebra/_ayuda_para_Geogebra/Geogebra.pdf
- Martínez-Pons, J. (2012). La corona de Gerión y el Eureka de Arquímedes. *An. Quím*, 108, 119–125. Retrieved from. Disponible en:

<http://www.clubcientificobezmiliana.org/blog/wp-content/uploads/2014/05/Arquimedes.pdf>

Miguel, A., & Botana, F. (2006). Software matemático libre. Disponible en: Geogebra.es/pub/OpenSourceMath-Gaceta-baja-res.pdf

Ponce, J. (2015). *Breve historia del concepto de derivada*. Recuperado el 17 de Abril de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/270684035_Breve_historia_del_concepto_de_derivada

Puig, L. (2010). El proyecto algebraico. *Suma*, 4, 87-94. Recuperado el Abril de 2019, de https://www.academia.edu/404872/Puig_L._2010_.

Viète, F., & Álgebra, I. D. E. L. (n.d.). ¿François Viète, Inventor del Álgebra? 259–276. Disponible en: cuaed.unam.mx/math_media/anexos/articulos/HAK_4ta_entrega.pdf

Granville, W. (2009). *Calculo diferencial e Integral*. México: Editorial Limusa.

Kaufmann, J. (2007). *Algebra*. México: Editorial Cengage Learning.

Camaco, A. (2009). *Cálculo Diferencial*. España. Editorial Díaz de Santos

Larson, R. (2010), *Cálculo*. México: Editorial McGraw Hill

Leithol, L. (2007). *El Cálculo*. México: Editorial Planeación y Servicio S: A