

Estrategia didáctica apoyada en TIC, enfocada a la resolución de casos de factorización¹

Abrahán Danilo Viteri-Gómez. Magister(c) en Informática para la Educación. Universidad Industrial de Santander, Colombia. danivitgom@gmail.com

Jorge Winston Barbosa-Chacón. Magister en Informática. Universidad Industrial de Santander, Colombia. jowins@uis.edu.co

Forma de presentación: Ponencia. Simposio: "La ciencia, la tecnología y la innovación a favor de la educación".

Resumen:

La ponencia muestra resultados de un estudio² relacionado con dificultades en el tratamiento de casos de factorización, detectado en los estudiantes de octavo grado de una institución educativa del municipio de Floridablanca en Colombia. Se desarrolló un proyecto que tuvo como objetivo diseñar una secuencia didáctica, apoyada en TIC, que permitiera en los estudiantes el desarrollo de competencias, a través de la resolución de casos de factorización. Metodológicamente, se adelantó un proceso de Investigación-Acción, desarrollado en sus fases de plan de acción, acción, observación y reflexión. En ello, se diseñó e implementó una secuencia didáctica, en la modalidad en línea, la cual tomó como base una reflexión del contexto de las TIC en la enseñanza matemática y de la selección de recursos en correspondencia. Entre los principales resultados se tiene: i) La aplicación de la secuencia didáctica permitió que los estudiantes se encaminaran a cumplir satisfactoriamente con los objetivos de formación, al facilitar los momentos de aprendizaje de manera secuencial y convertirse en una estructura medular para evidencias; ii) El uso del software Algebra Tiles y Geogebra, permitió que los estudiantes pudieran conocer representaciones digitales; aspecto que les permitió trabajar y simular operaciones algebraicas y de polinomios.

Palabras Clave: Álgebra; Trinomios; Factorización; Herramientas CAS; Baldosas Algebraicas

I. Introducción.

Desde los primeros inicios de la era computacional, uno de los problemas más comunes que se han abordado ha sido el desarrollo de aplicaciones que permitan resolver situaciones matemáticas, desde lenguajes de programación orientados como Fortran hasta aplicaciones contemporáneas utilizadas para apoyar el aprendizaje de un sinnúmero de temas como

¹ Nombre del proyecto: "Estrategia didáctica, en el contexto de las TIC, enfocada al desarrollo de competencias para la resolución de casos de factorización, en estudiantes de octavo grado de un colegio oficial de Floridablanca, Colombia. Maestría en Informática para la Educación. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia, Ver: <http://simon.uis.edu.co/mie/>

² Trabajo desarrollado por el Grupo de Investigación GENTE de la Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Ver: <http://scienti.colciencias.gov.co:8080/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000003057>

álgebra geométrica, expresiones algebraicas cuadráticas y aplicaciones para desarrollo de factorización, entre otras Herrera (2017). Esta opción de disponibilidad de aplicaciones se ha mantenido evolutivamente y, por sus características, está inmersa en las reconocidas Tecnologías de la Información y las Comunicación (TIC), condición que se puede definir como lo enuncia Revelo (2020): "(...) la utilización de las TIC como recurso didáctico, permite desarrollar la competencia matemática mediante la interacción en tiempo real entre estudiantes y profesores, compañeros y consigo mismo a través de la red".

A pesar de ello, existen varias posturas a favor y en contra del uso de las TIC como apoyo para los procesos de enseñanza-aprendizaje. Para aquellos que consideran una alternativa favorable, es necesario aclarar que el uso de éstas para desarrollo de competencias matemáticas debe ser de uso controlado y planeado, ya que no es posible utilizarlas desmesuradamente; la herramienta jamás reemplazará el quehacer docente. También se afirma, gracias a los estudios realizados, que la integración curricular para el desarrollo de competencias matemáticas orientadas al álgebra mediada por TIC han aportado al aprendizaje significativo de los educandos.

De esta forma, el pensar en una reestructuración de la educación tradicional de las matemáticas, utilizando a las TIC como herramientas de apoyo, dejando de lado el enfoque mecánico y más hacia el horizonte formativo, representa opciones para contribuir a formar para la vida, construyendo conocimiento, y haciendo frente a nuevos retos de aprendizaje que aparezcan en el camino.

Es por ello que conviene agregar la dimensión cognitiva al concepto TIC, derivando así en una nueva terminología llamada TIC-C (Tecnologías de la información, la comunicación y el conocimiento, postura que encamina a las TIC hacia el aprendizaje significativo y no hacia la experticia en el uso de una determinada herramienta. Es explorar el sinnúmero de alternativas didácticas, favorables, que pueden promover la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en los procesos de formación en matemáticas. Este horizonte cobra pertinencia en esta época, en donde los estudiantes son considerados nativos digitales, los cuales siempre están explorando diferentes alternativas y herramientas para su proceso de aprendizaje (Herrera 2017).

Ante este horizonte formativo, se ha abierto paso acelerado los desarrollos de los llamados Software Educativos, o programas computacionales encaminados a favorecer habilidades de tipo cognitivo, entre otras (Vidal, Gómez & Ruiz, 2010). Estos recursos han evolucionado

aportando ventajas a los procesos educativos de esta disciplina; evolución ante la cual García-Peñalvo (2002) indica que, el más revolucionario ha sido la incorporación de la web, sumado al ya reconocido número de tutoriales, simuladores, hipermedia, multimedia. Aquí vale indicar que, los beneficios obtenidos sobre el uso de la tecnología en la matemática educativa han sido importantes, siendo uno de ellos el manejo dinámico en escenarios interactivos; condición difícil de lograr con medios tradicionales (lápiz y papel) (Magaña & Rangel, 2015).

Las anteriores ventajas surgidas desde el contexto de las TIC-C deben ser consideradas en el contexto del currículo y de los agentes educativos de que se trate. Esto implica que la implementación de un recurso supone repensar los roles, los procesos y las maneras de accionar que puedan estar muy cimentadas en las prácticas habituales.

Ante el marco anterior, la sociedad de hoy, en el contexto de las TIC-C, generan retos para la educación matemática, los cuales pueden ser un referente al elaborar propuestas de intervención, retos que surgen de los planteamientos de Malaspina (2012):

-Enseñar la matemática vinculándola con la realidad.

-Ofrecer situaciones de aprendizaje de la matemática con: visión de futuro, educando en la verdad y la belleza, que permitan la recreación inteligente, con métodos activos y teniendo en cuenta las diversas formas de aprendizaje de los educandos en la sociedad actual.

-Diseñar apuestas curriculares que tengan presente: i) Estimular el cálculo mental y la estimación. ii) Fomentar el uso didáctico de software matemático; iii) Desarrollar actividades que hagan intuir y manejar la aritmética modular; iv) Crear experiencias que permitan desarrollar la intuición para la optimización y v) Presentar situaciones lúdicas que permitan crear problemas, construir modelos y hacer demostraciones.

-Formar en la resolución de problemas.

De manera particular, y desde el anterior marco, se abordó una problemática relacionada con dificultades en el tratamiento de casos de factorización, detectado en estudiantes de octavo grado de una institución educativa del municipio de Floridablanca en Colombia. Para ello, se partió de la necesidad de responder la siguiente pregunta de investigación: *¿De qué manera conseguir que desarrollen los estudiantes de octavo grado de un colegio oficial de Floridablanca, las competencias necesarias para solucionar casos de factorización, implementando una estrategia didáctica apoyada en TIC?*, pregunta que generó el siguiente objetivo general:

Objetivo. Diseñar una secuencia didáctica, apoyada en TIC, que permita a los estudiantes de octavo grado de un colegio oficial de Floridablanca el desarrollo de competencias, a través de la resolución de algunos casos de factorización, lo cual mejore en ellos también el pensamiento variacional.

II. Marco Teórico

Competencia Matemática. Para hablar de competencia matemática es necesario tomar como referentes dos dimensiones. La primera está basada en las teorías de aprendizaje significativo de Ausubel, Novak y Gowin; y, la segunda, la enseñanza para la comprensión establecida por Perkins, Gardner y Wiske. Los primeros establecen que el aprendizaje resulte útil para las actividades cotidianas del mundo real, mientras que los otros, parten de la ejecución y correcta comprensión para así profundizar más y avanzar con el aprendizaje. De otro lado, y de acuerdo con MEN (2006) el concepto de competencia se asocia como “saber hacer en contexto en tareas y situaciones distintas de aquellas a las cuales se aprendió a responder en el aula de clase.” Es decir, la formación se aleja al concepto básico del memorizar y maquinizar operaciones matemáticas sin sentido o sin saber cuál es la aplicación de esta, o cómo el discente va a necesitar de ese conocimiento para su vida cotidiana; derivado del concepto anterior se establece que el aprendizaje por competencias es un aprendizaje significativo y comprensivo. Así, el desarrollo de competencias matemáticas requiere de un ambiente propicio en donde el educador cree situaciones problema “significativas y comprensivas”, las cuales permitan abordar problemas de mayor dificultad.

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia establece además cinco procesos generales los cuales están contemplados en los Lineamientos Curriculares de Matemáticas, estos a su vez deben ser aplicados para todas las áreas y niveles en cualquier establecimiento educativo del territorio colombiano. Son ellos: Formulación, tratamiento y resolución de problemas, Modelación, Comunicación, Razonamiento y Formulación, comparación y ejercitación de procedimientos.

Pensamiento Lógico y Pensamiento Matemático. Que un estudiante sea matemáticamente competente implica que además de aplicar los cinco procesos antes enunciados, desarrolle dos tipos de pensamiento: i) El pensamiento lógico. Permite crear en los estudiantes la crítica, la argumentación y la demostración. y ii) El pensamiento matemático. Guzmán (1993) señala que es necesario confrontar a: Los símbolos (álgebra), el cambio (cálculo), la incertidumbre

(probabilidad, estadística) y la estructura formal del pensamiento (lógica). Y como uno de los escenarios del pensamiento matemático figura:

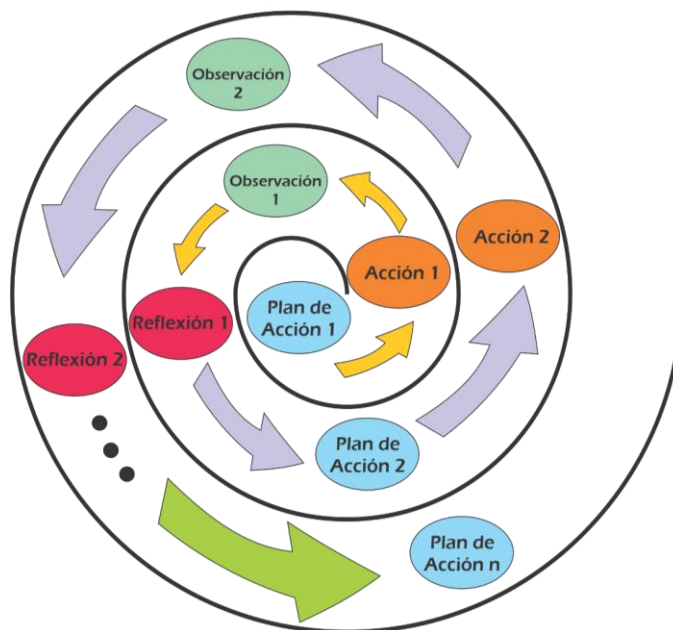
El pensamiento variacional. Se refiere a todos los fenómenos que sufren variación y cambio, tanto en sistemas numéricos como algebraicos (de ahí el álgebra, el cálculo diferencial e integral). Este pensamiento es muy importante porque de éste se deriva la modelación y el cambio a través de operaciones algebraicas y también porque puede combinarse con los otros pensamientos. Se maneja vocabulario como: coeficiente, variable, constante, función y tasa de cambio.

III. Metodología.

La presente investigación utilizó el enfoque de investigación-acción (IA) en el aula. La cual, según McTaggart (1991) fue desarrollada a principios de los años 1900, siendo sus importantes precursores Dewey (1910), Lewin (1946) y Corey (1953). Desde esas fechas hasta hoy, se han desarrollado numerosos conceptos como: i) Elliott (1993): “un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma”; ii) Lomax (1990): “una intervención en la práctica profesional con la intención de ocasionar una mejora.”; iii) Dick (2002): “es un proceso de espiral flexible el cual permite la acción (el cambio, la mejora) y la investigación (el aprendizaje, el conocimiento) los cuales se logran al mismo tiempo.”; iv) González (2016): “La investigación-acción (IA) es un método de investigación cualitativa basado en la sucesión de planificación, acción, observación y reflexión en una realidad concreta, convirtiendo a los protagonistas en investigador”; v) El Consejo General de Enseñanza de Gales GTCW (2002): “Cuando es aplicada a la enseñanza, (la investigación-acción) implica la recolección y la interpretación de datos para un mejor entendimiento en aspectos de enseñanza y aprendizaje y aplicar los resultados obtenidos a fin de mejorar la práctica.”

Para el caso de este trabajo se entiende la IA como el proceso iterativo y cíclico que busca solucionar un problema de índole educativo aplicando la investigación cualitativa (el análisis de un fenómeno en particular) y su accionar es la puesta en marcha, de manera que tras evaluar cuáles fueron los resultados, estos servirán como punto de partida para un posible siguiente ciclo (Ver figura siguiente).

Figura 1: El proceso de la Investigación – Acción



Fuente: Elaboración propia

Participantes. El estudio se llevó a cabo con la participación de 14 estudiantes, 10 mujeres y 4 varones, con edades comprendidas entre los 15 y 17 años, pertenecientes a una institución pública ubicada en la ciudad de Floridablanca – Santander. Los estudiantes pertenecen al estrato socioeconómico 1 y 2, su núcleo familiar son padre, madre e hijos.

Técnicas e instrumentos. Para recolectar información necesaria y relevante al proyecto, se utilizaron técnicas propias de la investigación cualitativa (Interacción y productos de aprendizaje (huellas)). En el cuadro siguiente se observa las generalidades del proceso de IA desarrollado.

Cuadro 1. Momentos, técnicas e instrumentos.

Fase	Objetivo	Técnica	Instrumento
Plan de acción	Identificar las principales dificultades y fortalezas tanto conceptuales como procedimentales que presentan los estudiantes al momento de resolver ejercicios de factorización.	Evaluación diagnóstica	Cuestionario
	Diseñar una secuencia didáctica mediada por software CAS, la cual permita fortalecer competencias en resolución de casos de factorización.	Guion instruccional	Secuencia didáctica
Acción y observación	Implementar la secuencia didáctica en aras del mejoramiento de competencias en álgebra.	Observación participante	Grabaciones de video
Reflexión	Evaluar el efecto que surtió la secuencia didáctica y la mediación con TIC para el fortalecimiento de competencias en la resolución de ejercicios de factorización.	Evaluación continua	Talleres de clase

Fuente: Construcción propia.

IV. Resultados.

La aplicación de cada una de las actividades implementadas, estuvieron muy relacionadas con los ítems desarrollados en la evaluación diagnóstica, por tanto, a continuación se establece una comparativa particular:

-El ítem 3 de la evaluación diagnóstica hizo referencia a suma y resta de polinomios, los estudiantes obtuvieron un 57% de respuestas correctas (Aceptable) y un 43% de respuestas incorrectas o no contestadas; una vez desarrollada la intervención, en el taller 4, ítem 3 se obtuvo un 64,3% de respuestas acertadas (Muy aceptable), 0% parcialmente correctas y 35,7% de respuestas erróneas; en el ítem 4 del mismo taller se obtuvo un 64,3% de respuestas acertadas, 28,6% de respuestas parcialmente correctas y solamente un 7,1% de respuestas erróneas. Valoración final: Mejoramiento.

-El ítem 4 de la evaluación diagnóstica hizo referencia a la multiplicación de polinomios, allí los estudiantes en la evaluación diagnóstica obtuvieron sólo un 11% de respuestas acertadas (Mala). Por otro lado, en la actividad desarrollada durante la intervención, se obtuvo un 57,1% (Aceptable) de respuestas acertadas, 28,6% de respuestas parcialmente correctas, y el 14,3% respondieron incorrectamente. Valoración final: Mejoramiento.

-El ítem 7 de la evaluación diagnóstica en donde se hizo referencia a ejercicios de factorización de la forma x^2+bx+c , los estudiantes obtuvieron 18% de respuestas correctas (Mala). Tras la intervención, en el desarrollo de la actividad 4, los estudiantes obtuvieron: pregunta 1: 50% de respuestas acertadas (Aceptable), 14,3% parcialmente correcta y 35,7% de respuestas incorrectas; pregunta 2: 50% (Aceptable) de respuestas acertadas, 21,4% parcialmente correcta y 28,6% de respuestas incorrectas; pregunta 3: 21,4% de respuestas acertadas, 0% parcialmente correcta y 78,6% de respuestas incorrectas; y finalmente, pregunta 4: 64,3% de respuestas acertadas, 14,3% parcialmente correctas y 21,4% de respuestas incorrectas. Valoración final: Mejoramiento.

-El ítem 8 de la evaluación diagnóstica en donde se hizo referencia a ejercicios de factorización de la forma ax^2+bx+c , los estudiantes obtuvieron un 9% de respuestas acertadas (Mala) y 91% de respuestas incorrectas. Tras la ejecución de la intervención se obtuvieron 42,9% (Deficiente) de respuestas acertadas, 42,9% parcialmente correctas, y 14,3% de respuestas incorrectas. Valoración final: Mejoramiento bajo.

V. Conclusiones.

-La aplicación de la secuencia didáctica en un entorno de aula, ya sea presencial o virtual, permite que los estudiantes se encaminen a cumplir satisfactoriamente (en lo posible) con los objetivos de la clase. Constituye un material muy útil para el docente ya que le facilita planear los momentos de aprendizaje de manera secuencial y ordenada; además, se convierte en la estructura medular para la presentación de evidencias de trabajo.

-El uso de herramientas TIC durante todas las sesiones, contribuyeron a que los estudiantes tuvieran una alternativa diferente a las clases tradicionales (tablero, lápiz y papel) para resolver ejercicios de factorización. Las herramientas fueron un elemento aportante a la confianza del estudiante para corroborar y obtener resultados con mayor eficacia e inversión de tiempo. Sin embargo, esto no quiere decir que sea una tendencia que todos los estudiantes prosigan con la dinámica, ya que algunos de ellos manifestaron sentirse a gusto con los métodos tradicionales.

-La utilización de material como las baldosas algebraicas, permitió que los estudiantes recreen, manipulen y visualicen las expresiones algebraicas que antes desarrollaban solamente utilizando papel y lápiz con las limitantes que ello implica.

-El uso del software Algebra Tiles permitió que los estudiantes pudieran conocer representaciones digitales de las baldosas algebraicas; aspecto que les permitió trabajar y simular operaciones algebraicas y de polinomios.

-La utilización de Geogebra como aplicación de apoyo para las actividades, permitió que los estudiantes también pudieran desarrollar ejercicios complejos, dejando a un lado el procedimiento mecánico que conlleva desarrollar una expresión algebraica.

-El trabajo en equipo fortalece conocimientos, crea vínculos de afinidad y de conocimiento, ya que el trabajar entre pares permite que el intercambio de información y la adquisición de conocimiento esté a un mismo nivel, facilitando en muchas ocasiones la enseñanza - aprendizaje.

VI. Recomendaciones

-Plan de acción. i) Se necesita diseñar una intervención que involucre más estudiantes (un salón completo, por ejemplo) y en el marco de un proceso formal. Con más estudiantes se pueden obtener otros datos enriquecedores. Un establecimiento público sería una buena opción, ya que se cuenta con un número significativo de estudiantes los cuales pueden colaborar de manera desinteresada y con total autonomía; ii) aplicación de una evaluación

diagnóstica, en donde se recolecte datos cualitativos, es decir, opiniones de los estudiantes de cómo resolvieron un ejercicio y así corroborar qué tipo de aprendizaje están aplicando, y iii) Ejecutar un sondeo de tipo encuesta en donde se recolecte la opinión de los alumnos con respecto a su aprendizaje de álgebra.

-Acción. Diseñar una secuencia didáctica que permita sesiones de intervención más cortas, pero a su vez incrementar el número de estas sesiones presenciales, de tal manera que haya un equilibrio correcto entre el tiempo destinado para la intervención y, a su vez, evitar el cansancio mental en los estudiantes.

-Observación. Crear una estrategia más robusta de seguimiento, con estrategias que permitan recoger impresiones de los estudiantes durante todo el proceso formativo, de esta manera se puede llevar un registro más detallado del cambio de actitud del estudiante y de la adquisición del conocimiento de cada uno de ellos.

-Reflexión. Involucrar herramientas y análisis de datos de tipo cualitativo, de tal manera que se puedan crear mapas relacionales y matrices comparativas de datos de la misma naturaleza, facilitando así una mejor reflexión del proceso investigativo.

Mecanismo para desarrollar difusión y sostenibilidad de la propuesta: Difusión de la propuesta a docentes de matemáticas, líderes de área y coordinadores de sección. Uno de los mejores momentos que se puede utilizar (para el caso de colegios públicos) es durante las jornadas pedagógicas que se celebran a inicio, a mitad y al finalizar el año escolar.

Referencias Bibliográficas.

Corey, S. M. (1953). Action research to improve school practices.

Dewey, J. (1910). Science as subject-matter and as method. *Science*, 31(787), 121-127.

Dick, B. (2002). Action research: action and research. Accessed on Feb, 3, 2007.

Elliott, J. (1993). El cambio educativo desde la investigación-acción. Ediciones Morata.

García, J. G. J., & Izquierdo, S. J. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Revista electrónica sobre tecnología, educación y sociedad*, 4(7). Recuperado de <http://ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/654>

González, H. D. L. (2016). Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto. Ecoe Ediciones.

González, L. L., González, M. Á., & Alzina, R. B. (2016). Mindfulness e investigación-acción en educación secundaria. *Gestación del Programa TREVA. Revista Interuniversitaria de*

formación del profesorado, (87), 75-91. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5802514>

Guzmán, M. D. (1993). Tendencias e Innovaciones en educación matemática. Gil, D. & Guzmán M. de Enseñanza de las ciencias y la matemática tendencia e innovaciones, 63-87.

Herrera, F. A. S., Porras, A. A., & Velazco, S. Y. (2017). Las TIC y el aprendizaje de los trinomios. *Redes De Ingeniería*, 199-207. <https://doi.org/10.14483/2248762X.12492>

Latorre, A. (2003). Investigación acción. Graó. Recuperado de http://www.academia.edu/download/35282480/11_Latorre-Inv-Acc-cap-1.pdf

Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of social issues*, 2(4), 34-46.

Lomax, P. (Ed.). (1990). *Managing staff development in schools: An action research approach* (Vol. 3). Multilingual Matters.

Magaña, M. D. L. G., & Rangel, R. P. (2015). Conectando los Espacios de Trabajo Aritmético y Geométrico a través de la noción de aproximación en Geogebra. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 5(10).

MalaspinaJurado, U. (2012). Enseñanza de las matemáticas: retos en un contexto global y aportes en una retrospectiva histórica. *UNIÓN. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 32, 9-27.

Mckernan, J. *Investigación-acción y currículum*. Madrid: Morata, 1996

McTaggart, R. (1991). Principles for participatory action research. *Adult education quarterly*, 41(3), 168-187.

Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2018). *Estándares Básicos de Competencia, Pruebas Saber 11*. Bogotá, Colombia. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-244735.html?_noredirect=1

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2017). *Infografías*. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-363433.html>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2015). *Estándares básicos de competencias en matemáticas. Potenciar el pensamiento matemático: ¡un reto escolar!* Bogotá, Colombia. Recuperado de https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf

Revelo Rosero, J. (2020). Impacto del uso de las TIC como herramientas para el aprendizaje de la matemática de los estudiantes de educación media. *Cátedra*, 1(1), 70-91. <https://doi.org/10.29166/catedra.v1i1.764>

Vidal Ledo, M., Gómez Martínez, F., & Ruiz Piedra, A. M. (2010). Software educativos. *Educación Médica Superior*, 24(1), 97-110