



XVI
Congreso Nacional de
Investigación Educativa
CNIE-2021

El uso de GeoGebra como recurso didáctico: elaboración e implementación de un manual para Matemáticas II del bachillerato de la U. de C.

Judith Díaz López
jdiaz@ucol.mx

Área temática 18. Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación.

Línea temática: Innovación educativa y tecnología digital.

Porcentaje de avance: 65%.

Trabajos de intervención educativa (Tesis) con resultados preliminares o definitivos.

Programa de posgrado: Maestría en Intervención Educativa, Cuarto Semestre.

Institución donde realiza los estudios de posgrado: Universidad de Colima.



Resumen

El presente trabajo de investigación surge de la identificación de la carencia de recursos didácticos digitales propios para los contenidos de la asignatura de Matemáticas II de los bachilleratos de la Universidad de Colima, por lo que se diseñó un manual con los contenidos de a asignatura, en el cual se incluyen códigos QR, los cuales vinculan a un recurso en el software GeoGebra. El proyecto tiene el objetivo de propiciar mejores aprendizajes para estudiantes de segundo semestre del Bachillerato 2 de la Universidad de Colima en la Unidad de Aprendizaje Curricular de Matemáticas II mediante la elaboración e implementación de un manual como recurso didáctico que promueva la reflexión matemática basada en el uso de GeoGebra.

Las actividades que contiene el manual promueven el desarrollo de competencia como: el pensamiento crítico, trabajo individual y colaborativo por medio de la solución de tareas, a las cuales el estudiante dará solución por medio del análisis y reflexión a partir de la manipulación dentro de los archivos GeoGebra

Para evaluar el impacto del manual con sus respectivos archivos GeoGebra en las clases de Matemáticas II se utilizarán las hojas de trabajo de los estudiantes, guía de observación y entrevistas estructuradas para los docentes, en los cuales se rescatarán aspectos de las Tareas dentro de las Actividades del Manual y las Actividades GeoGebra y de los principios utilizados para su diseño, así como para obtener información sobre las Técnicas y Teorías desarrolladas por los estudiantes para dar solución a dichas Tareas.

Palabras clave: Educación matemática, educación media superior, tecnología educativa, software educativo.

Introducción

En esta investigación se hace un informe preliminar acerca del proyecto de intervención para la asignatura de Matemáticas II del nivel medio superior de la Universidad de Colima, el cual se implementa en el bachillerato 2 ubicado en la ciudad de Colima. Dicha propuesta surge a partir del análisis de los resultados de Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) y de las diversas investigaciones sobre contenidos que se imparten en esa asignatura y del potencial en uso de tecnología para mejorar los aprendizajes.

A pesar de las restricciones de las pruebas estandarizadas, es posible mencionar que los resultados de PLANEA en el área de matemáticas demuestran que 6 de cada 10 estudiantes no son capaces de resolver operaciones con fracciones, ni en combinación con variables, además de no poder establecer relaciones entre éstas. A partir de la literatura revisada se da evidencia de las múltiples dificultades que se surgen en el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos de álgebra, además de cómo el uso de diversos recursos didácticos puede favorecer el aprendizaje de los estudiantes, algunos de esos recursos que se pueden implementar en la actualidad son las tecnologías, las cuales permiten un trabajo con otros acercamientos, por ejemplo, hacer uso de diversas representaciones del objeto matemático.

Con base en la reflexión sobre la literatura revisada y la propia práctica docente es que se identifica el problema sobre la falta de un recurso didáctico adaptado para los contenidos de Matemáticas II, que promueva el uso de tecnologías para favorecer el logro de mejores aprendizajes en estudiantes del nivel medio superior de la Universidad de Colima.

Para hacer frente a dicho problema se diseñó, elaboró e implementó un manual para Matemáticas II que incluye códigos QR, los cuales se vinculan a un archivo GeoGebra propio del contenido, donde el estudiante pueda dar respuesta a las Actividades del manual a través de la manipulación y construcción en el software.

La propuesta tiene como objetivo propiciar mejores aprendizajes para estudiantes de segundo semestre del Bachillerato 2 de la Universidad de Colima en la Unidad de Aprendizaje Curricular de Matemáticas II mediante la elaboración e implementación de un manual como recurso didáctico que promueva la reflexión matemática basada en el uso de GeoGebra.

El proyecto permitirá al docente de Media Superior de la Universidad de Colima tener un material de apoyo propio de la asignatura de Matemáticas II, con la finalidad de implementar recursos didácticos actuales y novedosos, que permitan apoyar la enseñanza a papel y lápiz mediante herramientas tecnológicas, brindando al estudiante diferentes representaciones del objeto matemático que favorezca la construcción de su aprendizaje a partir de conocimientos previos.

Descripción de la experiencia de la intervención

Las matemáticas se han caracterizado por ser un área de complejidad, y en el caso de la educación, una asignatura que a la mayoría de los estudiantes no les agrada y la consideran de dificultad. Muchas podrían ser las causas de esto; en general se reconocen tres: de origen didáctico, cognitivo u ontogenético y epistemológico. La referida a la de carácter didáctico, es la forma o estrategias que se han implementado para su enseñanza. El origen cognitivo refiere a los procesos cognitivos de los estudiantes involucrados en el aprendizaje, y el aspecto epistemológico refiere a las aproximaciones sobre el surgimiento y desarrollo del conocimiento. En este trabajo, interesan los aspectos didácticos y cognitivos.

El uso de las tecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje cada día ha cobrado más relevancia y el caso de la matemática educativa también se ha visto influenciada por el uso de estas tecnologías a las que se tienen acceso hoy en día con mayor facilidad.

Con la finalidad de alejarse de enseñanzas tradicionales o centradas solo en el uso de papel y lápiz, además los cambios globales y avances en las TIC, la literatura indica que los docentes pueden y deben implementar recursos tecnológicos como medios de comunicación o apoyo de sus clases.

De acuerdo con Gamboa (2007) las tecnologías han generado cambios en la forma de aprender matemáticas de los estudiantes, ya que les proporcionan diferentes maneras de representar los objetos matemáticos, promoviendo su capacidad de identificar, examinar y comunicar, ya que la enseñanza matemática tradicional ha puesto énfasis en la resolución de ejercicios rutinarios y que el estudiante suele resolver de forma mecánica con base en los procedimientos que el docente le ha enseñado sin promover la reflexión.

Las tecnologías son un recurso didáctico que con apoyo de una Actividad, diseñada adecuadamente, pueden favorecer el aprendizaje de las matemáticas por medio de sesiones que promuevan la reflexión y el análisis de situaciones que generen un reto para los estudiantes, donde el docente sea un guía en la construcción del conocimiento, pero el éxito de la clase de matemáticas o de que se logren mejores aprendizajes no recae solo en el uso de la tecnología.

El uso por si solo de la tecnología en una clase de matemáticas no asegura un impacto en el aprendizaje de los estudiantes, son necesarias el diseño y rediseño de Actividades, Secuencias o Tareas, ya que de acuerdo con Picha (2018) la brecha en el acceso a las tecnologías a disminuido, pero en las aulas los estudiantes la usan para un aprendizaje pasivo, por lo que para promover el aprendizaje activo de las matemáticas por medio del uso de las tecnologías (y el consecuente diseño de materiales o rediseño) es necesario analizar algunos principios al respecto.

Principios de diseño de Actividades que incorporan el uso de tecnología

Parte primordial del proyecto de intervención es el diseño del manual adecuado al contexto de los estudiantes de los bachilleratos de la U. de C. y a los contenidos de Matemáticas II, para lo cual se consideran algunos principios generales para el diseño de Actividades. Es importante identificar lo que diferentes autores proponen como principios generales para el diseño de Actividades que incorporan el uso de tecnología, de acuerdo con Kieran y Drijvers (2006), y Kieran y Saldanha (2008), estos se plantean a partir del uso de CAS, pero con base en Martínez-Hernández (2017) estos también aplican con GeoGebra al ser una tecnología de geometría dinámica, por lo que de acuerdo con estos autores en el diseño de Actividades matemáticas que involucran tecnología se debe considerar:

- Interacción entre el trabajo con papel-y-lápiz y el trabajo con tecnología.
- Contraste de resultados obtenidos con los dos ambientes.
- Efecto sorpresa (de los resultados dados por la tecnología).
- Integración de trabajo previo (de la misma Actividad).
- Predicción de resultados (con tecnología).
- Discusión de resultados.
- Verificación y reconciliación de resultados (de un ambiente a otro y viceversa).
- Movilización de conocimiento emergente (pp. 21 – 22).

Principios de diseño de Actividades en GeoGebra

Otro de los recursos para la intervención son los archivos GeoGebra, para el diseño de las Actividades de cada uno de estos es primordial considerar lo que Hohenwarter y Preiner (2008) establecen como cuatro principios para el diseño de Actividades en GeoGebra, estos se obtuvieron de los siete principios de diseños originales establecidos por Clark y Mayer, los autores consideran solo cuatro de los siete principios, al ser estos los más apropiados para las hojas de trabajo de dinámicas de GeoGebra, estos son:

- Principio multimedia: combinar textos y gráficos.
- Principio de la configuración: al integrar y unificar textos con gráficos.
- Principio de coherencia: debe cuidarse la selección del material.
- Principio de personalización: utilizar un estilo de texto conversacional, evitando textos muy formales.

La Aproximación Instrumental del uso de herramientas tecnológicas

El marco teórico utilizado para el proyecto de intervención es la Aproximación Instrumental del uso de herramientas tecnológicas en su enfoque antropológico. Con base en Artigue (2002) la Aproximación Instrumental se conforma por dos elementos: la ergonomía cognitiva desarrollado por Vérillon y Rabardel, y la Teoría Antropológica de la Didáctica (TAD) de Chevallard (1999).

El enfoque ergonómico de la Aproximación Instrumental hace referencia al instrumento desde la unión del artefacto con los esquemas mentales del sujeto, estos esquemas mentales en el ámbito se hacen visibles a partir de lo que el sujeto hace en la Actividad matemática, de ahí lo favorecedor del enfoque antropológico.

El enfoque antropológico se basa en la TAD de Chevallard (1999), la cual describe las prácticas o “praxeologías” como las define Chevallard, se compone de cuatro elementos fundamentales: Tarea, Técnica, Tecnología y Teoría. Artigue (2002) a partir de la TAD, elimina el elemento “Tecnología”, ya que este elemento y la Teoría forman parte del discurso que argumenta las Técnicas, y ya que el término “Tecnología” en el estudio es asociado a las herramientas tecnológicas, solo se hará uso del elemento Teoría, pero en un sentido más amplio.

Al considerar como sustento teórico la Aproximación Instrumental en su enfoque antropológico para el proyecto de intervención, se contemplan los tres elementos que conforman el enfoque antropológico de la Aproximación Instrumental, la Tarea con las Actividades del manual y las Actividades GeoGebra, la Técnica se visibiliza a través de los procedimientos empleados por los estudiantes para dar solución a la Tarea y por medio de la Teoría se explican y justifican las Técnicas implementadas.

Metodología

Se diseñó un manual como recurso didáctico de apoyo para los docentes y alumnos de la asignatura de Matemáticas II de la Universidad de Colima, en el cual se incorpora el uso de tecnologías por medio de Actividades en GeoGebra previamente diseñadas, a las cuales se tiene acceso por medio de códigos QR (plasmados en el manual) que escanea haciendo uso de un dispositivo móvil.

El manual está compuesto por Actividades, las cuales el estudiante puede resolver y dar respuesta por medio del análisis y reflexión a partir de la manipulación y construcción dentro de los archivos GeoGebra.

El diseño del manual y de los archivos GeoGebra, así como la propuesta de intervención a través del uso de las tecnologías se fundamenta en las investigaciones realizadas sobre el aprendizaje de contenidos de álgebra abordados en Matemáticas II.

El diseño de las Actividades del Manual que involucran el uso de GeoGebra se elaboró con base en los fundamentos teóricos del proyecto, así como sus respectivos elementos del enfoque antropológico de la Aproximación Instrumental:

- Tarea: se encuentran dentro de cada Actividad del Manual
- Técnica: el conjunto de procedimientos aplicados y desarrollados por los estudiantes para dar solución a las Tareas.
- Teoría: el medio por el cual los estudiantes sustentan teóricamente las Técnicas implementadas.

El manual permite al docente determinar la metodología a implementar dentro de la clase al hacer uso de éste con sus respectivos archivos GeoGebra durante la clase, pero se considera la metodología ACODESA planteada por Hitt y Gozález-Martín (2014), como posibles momentos a darse durante las sesiones:

- Trabajo individual.
- Trabajo en equipo.
- Debate.
- Autorreflexión.
- Proceso de institucionalización.

Las Actividades del manual promueven el trabajo individual y colaborativo por medio de la solución de Tareas, las cuales cumplen las siguientes condiciones en su diseño:

Favorecer el trabajo integrado entre papel y lápiz, y el software GeoGebra.

- Las Actividades del manual en conjunto con las Actividades GeoGebra tienen un diseño claro, descriptivo y guiado para beneficiar que los estudiantes las resuelvan de forma autónoma.
- Secuencia de Tareas que favorece el análisis y reflexión gradual para promover aprendizajes.
- Ejercicios o problemas cotidianos como parte de las Tareas a resolver con la manipulación de GeoGebra.
- Posterior a cada ejercicio o problema se plantean interrogantes como parte de las Tareas, que favorecen el conflicto cognitivo, a las cuales se da respuesta por medio del trabajo en su respectiva Actividad GeoGebra y mediante el análisis y reflexión de las Técnicas implementadas y los sustentos teóricos (Teorías) previos y adquiridos durante el trabajo.
- Cada Tarea por resolver permite el dialogo, debate y discusión entre pares y de forma grupal con la moderación y guía del docente.

El diseño de las Actividades del Manual y Actividades GeoGebra les otorga a los docentes la posibilidad de implementarlo en la modalidad presencial o virtual, durante la intervención los docentes deben disponer del manual, de un proyector (solo en lo presencial y es opcional) y acceso a Internet o a los archivos GeoGebra,

además es preferible que cada estudiante cuente con dispositivo móvil con cámara, lector de códigos QR y acceso Internet, por lo tanto es necesario contar con una red inalámbrica de Internet preferentemente estable. Algunas condiciones que se pueden dar en la intervención es que no todos los estudiantes cuenten con dispositivo móvil con cámara y lector de códigos QR, por lo que se proporciona el enlace al archivo GeoGebra. Otra condición es la falta de acceso a Internet, para lo cual los docentes cuentan con los archivos GeoGebra para compartirlos con los estudiantes o presentarlos en pantalla y trabajar de forma grupal promoviendo el debate y discusión. Además se destaca que el dominio del software GeoGebra por el docente y/o estudiantes puede facilitar la intervención.

Descripción de los resultados parciales o finales

Para conocer y evaluar el impacto del manual con sus respectivos archivos GeoGebra durante la intervención se utilizará una guía de observación para rescatar diferentes aspectos del desarrollo de la clase, al finalizar se recabarán las hojas de trabajo de los estudiantes para su análisis y se aplicarán entrevistas estructuradas a los docentes después de la intervención.

En la guía de observación se consideran cuatro categorías la Tarea, Técnica en papel-y-lápiz, Técnica GeoGebra y Teoría como focos principales a observar durante las clases en las que se utiliza el manual en conjunto con el Software GeoGebra, para lo cual se incluyen los siguientes aspectos dentro de ésta:

- Estrategias efectuadas para resolver la Tarea.
- Metodología implementada en la resolución de la Tarea.
- El software GeoGebra facilitó la solución de la Tarea.
- Se explotan todas las herramientas que ofrece GeoGebra para resolver las Actividades GeoGebra.
- La tecnología ofrece motivación y efecto sorpresa.
- Se explota el papel epistémico de la Técnica.
- Al resolver las Tareas identifica diversidad de Técnicas para dar solución a éstas.
- Técnicas a papel y lápiz utilizadas para resolver la Tarea.
- Técnicas con GeoGebra para desarrollar la Tarea.
- Cómo interactúan y/o complementan las Técnicas a Papel y Lápiz y las Técnicas con el software GeoGebra.
- La evolución de las Técnicas implementadas durante la intervención.
- Argumenta y sustenta las Técnicas con múltiples Teorías fiables y apropiadas al tipo de Tarea.
- La evolución de las Teorías durante la intervención.

Para las entrevistas semiestructuradas que se aplicarán a los docentes, se utiliza un esquema de preguntas directas que se enfocan en tres aspectos a rescatar:

- Valoración del diseño e implementación de las Actividades del manual y las Actividades GeoGebra.
- Experiencia previa en el uso de tecnología durante sus clases.
- Sugerencias sobre el diseño y/o estructura de las Actividades del manual y las Actividades GeoGebra.

Factores restrictivos o limitantes:

- La infraestructura de la red de Internet.
- La falta de implementación de otros recursos tecnológicos, además de los códigos QR y software GeoGebra.
- No todos los estudiantes cuentan con dispositivos móvil.
- Las Actividades son generalizadas, no se considera cada caso específico de los estudiantes, es decir, no son Actividades individuales, ni personalizadas.
- Las Actividades diseñadas (trabajo con papel-y-lápiz y mediante GeoGebra) no están adaptados para estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE).
- El desconocimiento o insuficiente conocimiento del software GeoGebra por parte de los estudiantes y docentes.
- La falta de habilidades y conocimientos por parte de los docentes en la implementación y manipulación de recursos tecnológicos para la enseñanza de las matemáticas.
- Resistencia por parte de los docentes y/o estudiantes en la implementación del manual y los archivos GeoGebra como recurso de apoyo y aprendizaje de la asignatura de Matemáticas II.

Al utilizar el manual y sus respectivos archivos GeoGebra como recurso de apoyo en las clases de Matemáticas II de los bachilleratos de la U. de C. se espera que los estudiantes:

- Resuelve las Tareas implicadas en las Actividades matemáticas mediante la manipulación de los archivos GeoGebra considerando todas las herramientas disponibles en el software para el logro de la Tarea.
- Desarrolla diversas Técnicas y Teorías para resolver las Tareas dentro del Manual con apoyo del software GeoGebra con el fin de fomentar la construcción de múltiples soluciones sustentadas.
- Vincula apropiadamente la Teoría con la Técnica para dar solución a las Actividades del manual y de GeoGebra.
- Alcanza mejores aprendizajes de forma autónoma en un ambiente colaborativo mediante la implementación del manual con sus respectivos archivos GeoGebra.

Estas competencias para lograr a través del uso del manual y los archivos GeoGebra en las clases de Matemáticas II de los bachilleratos de la U. de C. son con base en las cuatro competencias disciplinares que establece el Programa de Estudios vigente de la UAC de Matemáticas II de la U. de C.

Referencias

- Chevallard, Y. (1999) L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19, 221-266. Obtenido de <https://revue-rdm.com/1999/l-analyse-des-pratiques/>
- Dirección General de Educación Media Superior (DGEMS). (2015). *Programa de Estudios de Matemáticas II*. Colima: Universidad de Colima.
- Gamboa Araya, R. (2007). Uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas, *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*, 2(3), 11-44. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/6890/6576>
- Hitt, F. y González-Martín, A. S. (2014). Covariation between variables in a modelling process: The ACODESA (collaborative learning, scientific debate and self-reflection) method, *Educational Studies in Mathematics*, 88, 201-219. DOI: 10.1007/s10649-014-9578-7.
- Hohenwarter, M., y Preiner, J. (2008). Design guidelines for dynamic mathematics worksheets, *Teaching Mathematics and Computer Science*, 6(2), 311-323. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/4607/89ed8d9d02e32cb404fe1eb9453ba1f230ff.pdf?_ga=2.116836806.1944962445.1592786924-1609399531.1568069497
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE). (2017). *Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes*. Obtenido de <http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2017/ResultadosNacionalesPlaneaMS2017.PDF>
- Kieran, C. y Drijvers, (2006) The co-emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques, and theoretical reflection: A study of CAS use in secondary school algebra, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11, 205-263. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/226956433_The_Co-Emergence_of_Machine_Techniques_Paper-and-Pencil_Techniques_and_Theoretical_Reflection_A_Study_of_Cas_use_in_Secondary_School_Algebra
- Martínez-Hernández, C. (2017). Actividad con un enfoque técnico-teórico y uso de tecnología: una aproximación al teorema del valor medio en ambiente GeoGebra. En C. Martínez-Hernández y J. Cuevas-Romo (Coords.), *La enseñanza del cálculo en ambientes tecnológicos* (17-40). México: CENEJUS-UASLP.
- Picha, G. (2018). *Effective Technology Use in Math Class*. Obtenido de <https://www.edutopia.org/article/effective-technology-use-math-class>