



## Uso de la tecnología en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales no homogéneas.

Angelino Feliciano Morales  
afmorales@uagro.mx

René Edmundo Cuevas Valencia  
reneecuevas@uagro.mx

Arnulfo Catalán Villegas  
catalanvillegas@gmail.com

Universidad Autónoma de Guerrero  
Correos

Evaluación del aprendizaje y del  
desempeño escolar.

### Resumen

El trabajo de investigación se centra en la evaluación del aprendizaje de estudiantes utilizando las herramientas tecnológicas GeoGebra y Mathway respecto al tratado de la resolución de una ecuación diferencial no homogénea por el Método de Coeficientes Indeterminados para el nivel superior. El método utilizado en este trabajo fue el cuantitativo y de tipo exploratorio. El trabajo se aplicó en el Programa Educativo de Ingeniero en Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. Los instrumentos utilizados para obtener la información sobre la resolución de problemas fueron a través de un cuestionario; el cual estuvo estructurado con 15 preguntas cerradas con 4 opciones de respuesta en cada una de ellas. La población considerada para la investigación fueron los estudiantes de la licenciatura de la generación 2017 y educandos de nuevo ingreso de la Maestría en Ingeniería para la Innovación y Desarrollo Tecnológico. Se formó un grupo experimental con 15 estudiantes de nuevo ingreso de la maestría mencionada, la otra parte, fueron 15 estudiantes de licenciatura del grupo 501, turno matutino, el cual se consideró como grupo de control. El resultado de la aplicación del cuestionario, para ambos grupos fue que: 11 estudiantes del primer grupo alcanzaron la meta mientras que, en el segundo, 14 obtuvieron buen resultado. El porcentaje de aprovechamiento del grupo experimental fue de



93% mientras que el otro obtuvo un 73%. Esto significa que el uso de las herramientas tecnológicas si mejoró el aprendizaje de la Matemática.

Palabras clave

Matemática, tecnología, exploratorio, aprendizaje

Planteamiento del problema

Ante la problemática del aprendizaje de la Matemática en los diferentes nivel educativos del país y de otros lugares del mundo, y en particular con los estudiantes del Programa Educativo (PE) de Ingeniero en Computación que se oferta en la Facultad de Ingeniería (FI) dependiente de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), se planteó evaluar el uso de las herramientas tecnológicas como GeoGebra y Mathway para implementar estrategias didácticas que coadyuven en la mejora del rendimiento académico de los escolares.

Justificación

En el campo de la Matemática existen diversas investigaciones en las cuales se justifica el uso de las herramientas como GeoGebra y Mathway en la práctica docente; por ello, se considera importante innovar, los procesos de aprendizaje, diseñando estrategias didácticas que permitan al estudiante apropiarse del conocimiento de una manera fácil en la comprensión de los contenidos temáticos del plan de estudios de Ingeniero en Computación de la FI de la UAGro. También, es importante conocer temas de actualidad, respecto al uso pedagógico de las tecnologías en el proceso del aprendizaje de la Matemática en el nivel superior. Con base a lo anterior, ha sido pertinente la evaluación del uso de las herramientas GeoGebra y Mathway en el aprendizaje respecto a la resolución de una ecuación diferencial no homogénea por el Método de Coeficientes Indeterminados.

Por otro lado, el profesor debe estar acorde con el avance de la tecnología, de modo que incida en el proceso de adquisición del conocimiento por parte del estudiante y facilite la comprensión de los conceptos y/o operaciones entre los elementos u objetos de la



Matemática. Además, el uso de las tecnologías, no solo resulta un recurso adicional en el proceso del aprendizaje, sino que constituye una habilidad fundamental relacionada con el modo en que las nuevas generaciones se aproximan a la realidad y la estructuran cognitivamente, como se citó en (Ruiz, 2014). En este sentido, el aporte de la investigación tiene que ver con el uso de una herramienta tecnológica alternativa, para la resolución de Ecuaciones diferenciales de primer orden.

### Fundamentación teórica

Las bases teóricas del trabajo están fundamentadas en los conceptos de la Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), Tecnología Educativa (TE), así como su importancia en el nivel superior, quienes han provocado enormes cambios y transformaciones en lo social, cultural y económico. Las nuevas tecnologías han influido en los procesos educativos, como la educación no formal, apoyada en los soportes de multimedia, software didáctico, televisión digital, programas de formación a distancia, entre otros. La sociedad actual, demanda cambios en los sistemas educativos, donde el énfasis debe hacerse en la docencia, a través de cambios de estrategias didácticas de los docentes, en los sistemas de comunicación y distribución de los materiales de aprendizaje (Castro, Guzmán & Casado, 2007).

Por ende, la utilización de las TIC como herramienta dentro del proceso de enseñanza - aprendizaje, debe propiciar en el individuo desarrollo de habilidades que permita su adaptabilidad a los cambios de manera positiva, así como contribuir al enriquecimiento de sus potencialidades intelectuales para enfrentar la sociedad de la información. Para ello, el avance ha impactado a la educación y plantea nuevos requerimientos en los planes de estudios en general y en los procesos de enseñanza en particular (Díaz, Hernández & Rigo, 2009)).



La TE permite crear nuevos modelos educativos acordes con las necesidades de la sociedad, los cuales se enfocan en la formación de estudiantes y complementan el saber de los profesores. Se trata de utilizar dispositivos tecnológicos con propósitos meramente educativos, aumentando el acceso a la información y a recursos que complementen lo aprendido en el aula, así como la apertura a nuevos espacios lúdicos y de expresión, tales como espacios virtuales y blogs, por mencionar algunos.

Litwin (1998), comenta que la TE tiene ventajas, porque los estudiantes pueden cultivar e interactuar a través de diversas plataformas, fomenta y mejora la participación durante las clases, también da la pauta para continuar aprendiendo a distancia, en horarios flexibles y personalizando los temas, según los intereses del estudiante. Content (2019), afirma que "la TE es un conjunto de recursos, procesos y herramientas de información y comunicación aplicadas a la estructura y las actividades del sistema educativo en sus diversos ámbitos y niveles".

La problemática del rol de las tecnologías de la información en los procesos de cambio social y cultural, cobra relevancia en el ámbito educativo. Se atribuyen a la reforma del sistema educativo, la incorporación de las TIC para mejorar la calidad de los procesos de enseñanza - aprendizaje. Hablar de las TIC, se refiere al estudio y la utilización de la microelectrónica, así como las telecomunicaciones para producir, almacenar, procesar, recuperar y transmitir información (Litwin, 1998).

Las computadoras constituyen una síntesis de conocimientos científicos y técnicos; son el producto del estudio sistemático de dispositivos físicos y la aplicación de una serie de innovaciones tecnológicas. En este sentido, las computadoras, consideradas como la interacción entre hardware y software, no se reducen al significado instrumental que se le atribuye al término tecnología. Las TIC, en particular las computadoras, constituyen la materialización de los significados a los que remiten las raíces etimológicas de la palabra tecnología (Libedinsky, Liguori, Lion, Lipsman, Maggio, Mansur & Roig, 2000).



De igual manera los puntos de vista de Julio Cabero Almenara y Consuelo Belloch, quienes estudiaron el proceso de crecimiento de la Tecnología Educativa en la educación, pasando de ser una herramienta estática a una herramienta viva, dinámica, convirtiéndose en un apoyo didáctico en la enseñanza – aprendizaje, favoreciendo el desarrollo de habilidades en el estudiante para lograr aprendizaje significativo que le permita aplicar en su entorno (Cabero, 1997, Belloch, 2012)

### Objetivo

En el trabajo se evaluó desempeño escolar del estudiante utilizando herramientas tecnológicas como GeoGebra y Mathway en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales no homogéneas por el Método de Coeficientes Indeterminados en el nivel superior del PE de Ingeniero en Computación de la FI de la UAGro.

### Metodología

La Metodología utilizada en la Investigación respecto al aprendizaje de la resolución de una ecuación diferencial no homogénea por el Método de Coeficientes Indeterminados, fue cuantitativo, tipo exploratorio. El instrumento utilizado, fue el cuestionario, el cual fue revisado por especialistas para garantizar que la información fuera adecuada. Este instrumento estuvo estructurado con 15 preguntas cerradas con 4 opciones de respuesta múltiple en cada una de ellas. La población considerada para la investigación fueron estudiantes de la licenciatura en Ingeniería en Computación de la generación 2017 y educandos de nuevo ingreso de la Maestría en Ingeniería para la Innovación y Desarrollo Tecnológico. Se formaron dos grupos, uno experimental y otro de control, el primero, con 15 integrantes de nuevo ingreso de la maestría mencionada, el otro, de 15 elementos del grupo 501, turno matutino.

### Resultados

En este apartado se describe el análisis de los resultados obtenidos en la investigación. Considerando que la investigación es cuantitativa, se realizó un análisis de los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario a los grupos participante en la investigación



respecto a la resolución de una ecuación diferencial no homogénea por el Método de Coeficientes Indeterminados.

El instrumento fue elaborado de acuerdo al Modelo Educativo de la UAGro implementado a partir del año 2011 en los diferentes PE de la FI y en particular en la licenciatura de Ingeniero en Computación, el cual tiene un enfoque por competencias (UAGro, 2011). De igual manera la estrategia didáctica fue diseñada, de acuerdo a la secuencia didáctica, correspondiente al contenido de la resolución de ecuaciones diferenciales de orden superior.

Con relación a la estructura del cuestionario, se afirma que contiene 15 preguntas cerradas de opción múltiple basados en la resolución de una ecuación diferencial no homogénea por el Método de Coeficientes Indeterminados, las preguntas están relacionadas con el tipo de raíces del polinomio característico, la solución particular, derivadas sucesivas, respuestas de un sistema de ecuaciones lineales utilizando las herramientas tecnológicas seleccionadas.

La información obtenida se detalla en el siguiente orden: análisis del instrumento en la modalidad de cuestionario, comparación de resultados e interpretación.

Primero: se pide a los participantes del grupo experimental utilicen la herramienta GeoGebra para calcular las raíces reales o complejas del polinomio característico generado por la ecuación diferencial no homogénea. Estos valores permiten formular la solución homogénea o complementaria de la citada ecuación, con la cual da pie proponer la solución particular, de acuerdo a los criterios establecidos en la teoría de la asignatura (Jiménez & Jiménez, 2017), (Avecilla, Cárdenas, Barahona, & Ponce, 2015)

Segundo: una vez establecida la solución particular, se solicita calcular las derivadas sucesivas, las cuales deben ser sustituidas en la ecuación diferencial homogénea para establecer el sistema de ecuaciones lineales que debe resolverse mediante la aplicación de la herramienta Mathway (Villacís, 2018).



Tercero: al obtener los valores del sistema de ecuaciones lineales, se sustituyen en la propuesta de solución particular de la ecuación diferencial no homogénea. Finalmente, se suman la solución complementaria con la particular para obtener la solución general.

Cabe señalar que se aplicaron los cuestionarios en dos etapas, el primero como pre test y el segundo como pos test, con el mismo tipo de preguntas, sin llegar a ser iguales. El grupo de control integrado por 15 estudiantes de la generación 2017 de la licenciatura del PE de Ingeniero en Computación (5to. semestre turno matutino). Por otra parte, el grupo experimental con 15 elementos de nuevo ingreso de la MIIDT. Es importante destacar que el grupo es totalmente heterogéneo, donde hay estudiantes de los 4 Programas Educativos: Ingeniero Civil, Ingeniero Constructor, Ingeniero en Computación e Ingeniero Topógrafo y Geomático. Cabe señalar que los estudiantes del PE de Ingeniero Topógrafo y Geomático, no tienen la unidad de aprendizaje de ecuaciones diferenciales en su currículo. Lo anterior es con la finalidad de poder realizar una comparación de resultados con relación a los conocimientos adquiridos.

#### Resultados de la prueba pre test

La aplicación del cuestionario denominado pre test a los grupos participantes, arrojó una información similar, ningún grupo acertó más de 5 respuestas correctas de un total de 15, sin embargo, 3 estudiantes coincidieron en responder adecuadamente la pregunta uno, de igual manera 3 integrantes de cada grupo contestaron acertadamente la pregunta tres, 4 elementos de ambos equipos hicieron lo mismo con la pregunta cinco y 5 escolares respondieron de manera correcta la pregunta diez. Los estudiantes del grupo de control como experimental coincidieron en responder adecuadamente las preguntas: uno; tres; seis y diez.

#### Resultados de la prueba pos test

La aplicación del cuestionario denominado pos test a los grupos de control y experimental, arrojó el siguiente resultado: Esta información se presentó agrupada de la siguiente manera: el resultado del grupo de control, posteriormente el experimental.



En la prueba pos test, 11 estudiantes del grupo de control buen resultado mientras que en el de control, fueron 14. Estos resultados, tanto del grupo de control como el experimental, se les consideró un mínimo de 8 respuestas correctas para admitir que se ha logrado la competencia del contenido trabajado, 11 integrantes del primer grupo y 14 elementos del segundo lograron la meta, como se muestra en la tabla número 1.

**Tabla No. 1**

*Resultados de la prueba pos test*

Grupo de control		Grupo experimental	
Estudiantes	Número de reactivos	Estudiantes	Número de reactivos
E <sub>5</sub>	6	-----	-----
		----	---
E <sub>6</sub> , E <sub>10</sub> , E <sub>12</sub>	7	E <sub>10</sub>	7
E <sub>1</sub> , E <sub>2</sub> , E <sub>4</sub>	8	E <sub>2</sub> , E <sub>3</sub> , E <sub>5</sub> , E <sub>9</sub>	8
E <sub>7</sub> , E <sub>11</sub> , E <sub>14</sub>	9	E <sub>6</sub> , E <sub>7</sub> ,	9
E <sub>9</sub> , E <sub>13</sub>	10	E <sub>8</sub>	10
E <sub>3</sub> , E <sub>15</sub>	11	E <sub>11</sub> , E <sub>12</sub> , E <sub>14</sub> , E <sub>15</sub>	11
E <sub>8</sub>	12	E <sub>4</sub>	12
-----	-----	E <sub>1</sub> , E <sub>13</sub>	13
----	---		

*Nota. Elaboración propia*

El grupo de control con 11 estudiantes, representan un 73% de aprovechamiento mientras que los 14 integrantes del equipo experimental, fue del 93%. Esto significa que la evaluación del uso de las herramientas GeoGebra y Mathway en la resolución de una ecuación diferencial no homogénea por el Método de Coeficientes Indeterminados, contribuyó en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes. Lo cual permite recomendar el uso de las herramientas TIC como apoyo didáctico en el aprendizaje de la Matemática para el nivel superior, figura número 1.





## CONGRESO INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN EVALUACIÓN 2022

Debates en evaluación y currículum

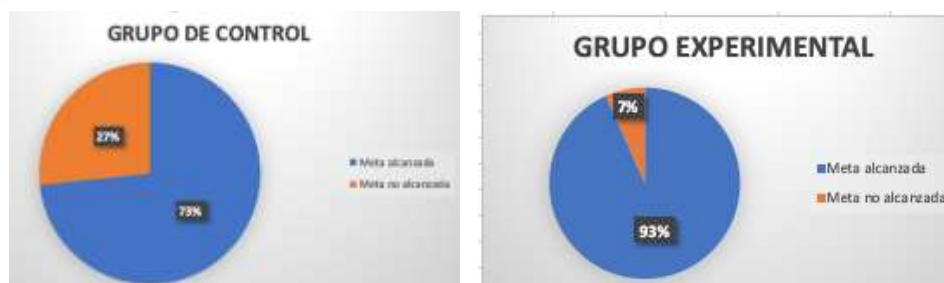


Figura 1. Comparación de resultados  
Fuente: elaboración propia

Cabe resaltar que el uso de las herramientas GeoGebra y Mathway incorporadas en el diseño de la estrategia didáctica para resolver de una ecuación diferencial no homogénea de orden superior por el Método de Coeficientes Indeterminados propicio en los estudiantes un cambio de actitud respecto a la utilización de la tecnología para mejorar el aprendizaje de la Matemática.

También es importante destacar que fueron innecesarios los conocimientos previos sobre la resolución de una ecuación diferencial lineal no homogénea de orden superior, debido a la facilidad con que manipularon las herramientas GeoGebra y Mathway para obtener cada una de las partes que intervienen en la construcción de la solución solicitada. Por ello, puede afirmarse que el uso de las herramientas tecnológicas favoreció el aprendizaje de la Matemática en el nivel universitario.

Por lo anterior, se infiere que el uso de las TIC impactó favorablemente en la enseñanza – aprendizaje de la Matemática en el nivel superior y de manera particular en el PE de Ingeniero en Computación de la UAGro. Lo cual permite sugerir que se deben ser incorporadas las herramientas tecnológicas en la enseñanza – aprendizaje de la Matemática en toda la UAGro.

### Conclusiones

Después de haber presentado los resultados obtenidos en la investigación se tiene la información respecto al uso de las TIC en la enseñanza – aprendizaje de la Matemática en el



nivel superior, se está en posibilidades de responder a las interrogantes que motivaron a la presente investigación.

Si el uso de las herramientas tecnológicas GeoGebra y Mathway favoreció el aprendizaje del estudiante en la resolución de ecuaciones diferenciales no homogéneas, entonces los escolares manipularon adecuadamente las herramientas en la resolución de una ecuación diferencial no homogénea por el método de Coeficientes Indeterminados.

Sabiendo que el resultado del trabajo de investigación ha mostrado que el uso de la tecnología, impactó positivamente en el proceso de la enseñanza – aprendizaje de la Matemática, entonces, el uso de las herramientas GeoGebra y Mathway ha favorecido el rendimiento académico del estudiante del nivel superior.

Si las TIC fueron valoradas por los estudiantes de manera asertiva, entonces han sido un elemento mediador en el aprendizaje de la Matemática. Es un hecho que el uso de la TIC fue valorado por los estudiantes. En consecuencia, las herramientas tecnológicas han sido un elemento mediador en el aprendizaje de la Matemática.

Si la interactividad entre el profesor y el grupo participante ha sido positiva, entonces ha existido una buena comunicación entre ambos. Si ha existido una buena comunicación entre el estudiante y el profesor, entonces se han atendido las dudas planteadas. Por tanto, si la interactividad es positiva con el grupo participante, entonces las dudas planteadas han sido resueltas.

Si la metodología utilizada en la estrategia didáctica facilita el aprendizaje de la Matemática, el estudiante está motivado con el uso de la tecnología en su aprendizaje. Dado que el estudiante está motivado con el uso de la tecnología en su aprendizaje de la Matemática, el estudiante puede construir un aprendizaje significativo. Si la metodología utilizada en la estrategia didáctica facilita el aprendizaje de la Matemática, el estudiante puede construir un aprendizaje significativo.



Un aprendizaje es significativo para el estudiante si este aprendizaje ha sido adquirido a partir de los conocimientos previos. En la medida que el aprendizaje es significativo, entonces ha generado un conocimiento relacional sobre la estructura conceptual del estudiante. En consecuencia, si este aprendizaje ha sido adquirido a partir de los conocimientos previos, ha generado un conocimiento relacional sobre la estructura conceptual del estudiante.

Cuando los ejercicios de ecuaciones diferenciales no homogéneas son de menor complejidad, el estudiante las resuelve con cierta facilidad utilizando la tecnología. Si es verdad que el estudiante con el uso de la tecnología los resuelve con cierta facilidad, la estrategia didáctica implementada, favoreció el uso de la tecnología en la resolución de problemas.

En la medida que la herramienta tecnológica haya provocado buena motivación entre los estudiantes, existe un grado elevado de satisfacción por parte de los estudiantes en el uso de la tecnología. Luego, si la valoración de la estrategia didáctica por parte de los alumnos ha sido alta, existe un grado elevado de satisfacción por parte de los estudiantes con el uso de la tecnología. Así pues, la herramienta tecnológica ha provocado buena motivación entre los estudiantes o bien la valoración de la estrategia didáctica por parte de los alumnos ha sido alta, entonces existe un grado elevado de satisfacción por parte de los estudiantes con el uso de la tecnología

Si se utilizó la tecnología en el proceso enseñanza aprendizaje de la Matemática, seguramente ha mejorado el rendimiento académico del estudiante. Es un hecho que se utilizó la tecnología en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática. Si se utilizó la tecnología en el proceso enseñanza aprendizaje de la Matemática implica que, si ha mejorado el rendimiento académico del estudiante, entonces el ambiente en el grupo participante ha sido excepcional.

Si el uso de la tecnología ha potenciado un aprendizaje activo, la buena interacción se debe al grupo reducido de estudiantes. Si la buena interacción se debe al grupo reducido de estudiantes, los contenidos adquiridos por los estudiantes son significativos. Por tanto, si el uso de la tecnología ha potenciado un aprendizaje activo, los contenidos adquiridos por los estudiantes son significativos.



Respecto a la pregunta de investigación realizada al inicio, se concluyó que:

Si el uso de las herramientas tecnológicas en el aprendizaje de la Matemática, mejoró el rendimiento académico del estudiante, Si mejoró en el rendimiento académico del estudiante, no habrá deserción escolar. En consecuencia, si el uso de las TIC en el aprendizaje de la Matemática, ha mejorado el rendimiento académico del estudiante, no habrá deserción escolar.

Respecto al objetivo de la investigación planteado, se concluyó que:

Si el resultado de la evaluación del uso de las herramientas tecnológicas GeoGebra y Mathway, ha mostrado mejor aprendizaje del estudiante en la enseñanza de la Matemática, el estudiante ha mostrado que mejoró su aprendizaje. De manera particular puede afirmarse que, si el estudiante ha mejorado el aprendizaje en la resolución de ecuaciones diferenciales no homogéneas por el método de coeficientes indeterminados, las herramientas GeoGebra y Mathway contribuyeron positivamente en el aprendizaje de la Matemática.

## 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).
- Barahona, F., Barrera, O., Vaca B., & Hidalgo, B. (2015). GeoGebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 28(5).
- Belloch, C. (2012). *Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el aprendizaje*. Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Universidad de Valencia.



- Cabero, J. (1997). Perspectiva histórica de la tecnología educativa: ciencias que la fundamentaron. *Cuestiones Pedagógicas. Revista de Ciencias de la Educación*, (4-5).
- Castro, S., Guzmán, B., & Casado, D. (2007). Las Tic en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Laurus*, 13(23), 213-234.
- Díaz, F., Hernández, G., & Rigo, M. (2009). Aprender y enseñar con TIC en educación superior: Contribuciones del socioconstructivismo. UNAM. México. Digital. Recuperado de <https://goo.gl/xKrpNh>.
- González, R. A., & Jiménez, L. C. Implementación de la herramienta pedagógica Mathway para el fortalecimiento del aprendizaje de las matemáticas en los estudiantes del grado sexto de la escuela normal superior de Leticia.
- Jiménez, J. G. & Jiménez, S. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Revista electrónica sobre tecnología, educación y sociedad*, 4(7).
- Libedinsky, M., Liguori, L., Lion, C., Lipsman, M., Maggio, M., Mansur, A., ... & Roig, H. (2000). Tecnología educativa: política, historia, propuestas. Paidós.
- Litwin, E. (1998). Tecnología educativa. Paidós.
- Villacis, R. D. (2018). *Mathway en la enseñanza de Sistema de Ecuaciones en los estudiantes de décimo año del Colegio Amazonas, durante el año lectivo 2017-2018* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).