

CURSO VIRTUAL DE NIVELACIÓN DE ÁLGEBRA ELEMENTAL CON APRENDIZAJE ACTIVO PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

VIRTUAL ELEMENTARY ALGEBRA LEVELING COURSE WITH ACTIVE LEARNING FOR ENGINEERING STUDENTS

E. Acoltzi Bautista¹
J. L. Hernández González²
H. M. Amenyro³
J. Gómez Quintero⁴

RESUMEN

Dadas las condiciones sanitarias producto de Covid19, donde se suscitó una emergencia que obligó a realizar actividades en línea debido a la suspensión de actividades presenciales, se diseñó un curso para alumnos de nuevo ingreso, con la finalidad de regularizarlos en diferentes tópicos del álgebra y que se requieren para facilitar el aprendizaje del curso de Cálculo Diferencial en todas las carreras que se imparten en el TecNM/Instituto Tecnológico de Apizaco. En este trabajo se muestra aspectos importantes de su diseño e implementación, así como evaluación del curso. Los resultados procesados mediante una prueba de hipótesis, se concluye la mejora del desempeño del alumno durante el curso. Se describen las actividades que se realizaron apoyados en la plataforma institucional Moodle, así como, actividades en GeoGebra incorporadas en la misma plataforma.

ABSTRACT

Given the health conditions resulting from Covid19, where an emergency arose that forced online activities due to the suspension of face-to-face activities, a course was designed for new students to regularize them in different topics of algebra and that are required to facilitate the learning of the differential calculus course in all courses taught at the TecNM/Instituto Tecnológico de Apizaco. This work shows important aspects of its design and implementation, as well as course evaluation. The results processed through a hypothesis test; it is conclusion concluded that student's performance during the course is improved. The activities that were carried out supported by the institutional platform Moodle are described, as well as activities in GeoGebra incorporated into the same platform.

ANTECEDENTES

Los exámenes de admisión revelan el bajo nivel de álgebra que, en general, tienen los estudiantes de nuevo ingreso, esto de acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 1 de exámenes de nuevo ingreso que se obtuvieron en el Instituto Tecnológico de Apizaco (ITA), en el EXANI-II del Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL) en el año 2016 y 2019. Cerca del 50 % de los aspirantes tienen un testimonio satisfactorio en el examen de diagnóstico en matemáticas, lo que implica que solo la mitad tiene los conocimientos necesarios en esta disciplina para cursar una ingeniería.

¹ Profesor de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Apizaco. enrique.ab@apizaco.tecnm.mx

² Profesor de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Apizaco. luis.hg@apizaco.tecnm.mx

³ Profesora de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Apizaco. hilda.mm@apizaco.tecnm.mx

⁴ Profesor de ¾ de tiempo. Instituto Tecnológico de Apizaco. joel.gq@apizaco.tecnm.mx

Tabla 1. Porcentaje de testimonio satisfactorio EXANI-II de los años 2016 y 2019

Carrera	2016 (%)	2019 (%)
Ingeniería Civil	61.03	53.40
Ingeniería Mecatrónica	72.12	68.48
Ingeniería Electrónica	39.13	59.26
Ingeniería en Administración	45.74	58.70
Ingeniería en Gestión Empresarial	56.67	50.00
Ingeniería en Sistemas Automotrices	48.47	40.98
Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones	47.95	51.52
Ingeniería Industrial	45.67	48.65
Ingeniería Electromecánica	50.00	56.14
General	51.86	54.12

El bajo nivel en matemáticas de estudiantes de ingeniería genera que, el estudiante se vaya atrasando en el avance reticular del plan de estudios e incluso deserte por no poder acreditar asignaturas que requieren competencias previas de álgebra elemental. La Tabla 2, muestra los índices de reprobación de la Asignatura de Cálculo Diferencial en el ITA del 2017 al 2019. Esta asignatura es la primera asignatura de matemáticas de todos los planes de estudio que oferta el Instituto.

Tabla 2. índices de reprobación y aprobación de la asignatura de Cálculo Diferencial

Año	Número de estudiantes	Número de estudiantes aprobados	Número de estudiantes reprobados	Estudiantes aprobados (%)	Estudiantes reprobados (%)
2017	1130	805	325	71.24	28.76
2018	1178	827	351	70.20	29.80
2019	1224	923	301	75.41	24.59

Las instituciones de educación superior hacen esfuerzos por impartir cursos remediales o propedéuticos a los estudiantes de nuevo ingreso con la finalidad de mejorar sus indicadores de egreso y permanencia. En el caso del ITA, se tiene registros de diferentes cursos de este tipo, sin embargo, no se encontraron resultados y análisis de estos.

El objetivo general de esta investigación fue diseñar e implementar un curso de nivelación de álgebra elemental en un entorno virtual que permita a los estudiantes de nuevo ingreso de ingeniería adquirir o reforzar sus conocimientos en álgebra. Uno de los objetivos específicos fue mejorar el dominio de álgebra, así como conocer la evolución del aprendizaje de los estudiantes de ingeniería después del curso virtual.

METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo y el diseño utilizado fue un preexperimento con preprueba y posprueba con una muestra de 813 estudiantes. Este diseño no tiene grupo de control, pero permite tener un punto de referencia inicial para

observar la situación general que el grupo tenía antes de aplicar el tratamiento. En la preprueba se aplicó un examen objetivo de opción múltiple en línea con 35 reactivos, cada pregunta tenía 4 posibles respuestas y al finalizar el curso se aplicó una posprueba para probar la hipótesis planteada.

Se utilizó la teoría de constructivismo, el aprendizaje significativo y el modelo instruccional ADDIE para el diseño del material didáctico del curso y los objetivos de aprendizaje fueron establecidos mediante la taxonomía de Marzano y Kendall (2007).

Constructivismo

El constructivismo proviene del verbo construir del latín *struere*, que significa “arreglar o dar estructura”, a partir del significado se tiene el principio fundamental de esta teoría. La idea principal es que el aprendizaje se construye, se considera un tipo de aprendizaje activo y no pasivo. Los estudiantes construyen conocimientos por sí mismos. Esta teoría es sobre el aprendizaje, no una descripción de cómo se debe enseñar (Hernández, 2008).

Las ideas de Piaget y Vygotsky han sido fundamentales en la elaboración de un pensamiento constructivista en el campo de la educación. Las ideas de ambos nos son tan divergentes como algunos autores afirman, sin embargo, sí implica formas muy distintas de concebir al alumno y lo que acontece en el aula. Es claro que Vygotsky pone énfasis en los procesos de aprendizaje general y al aprendizaje escolar de forma particular (Carretero, 2002). Mientras que, la teoría constructivista de Piaget se sustenta en el desarrollo cognoscitivo y las funciones elementales que intervienen (Saldarriaga et al., 2016).

Aprendizaje significativo

La teoría del aprendizaje significativo plantea que el aprendizaje del estudiante depende de la estructura cognitiva previa y se relaciona con la nueva información. La estructura cognitiva se entiende como el conjunto de conceptos previos, ideas que un individuo posee en un campo del conocimiento, así como, su organización. El aprendizaje es significativo cuando los contenidos son relacionados con algún aspecto ya existente y relevante (subsuntor) en la estructura cognoscitiva del estudiante, como algún concepto, imagen o símbolo ya significativo. Ocurre cuando una nueva información se relaciona con los conocimientos previos en la estructura cognitiva del individuo, esto implica, que la nueva información puede ser aprendida significativamente en la medida en que los conceptos, ideas o premisas, funcionen como base de las primeras (Ausubel et al., 1976).

Ausubel et al. (1976) distinguen tres tipos de aprendizaje significativo:

1. *Aprendizaje de representaciones*. Es el aprendizaje más elemental y consiste en la atribución de significados a determinados símbolos. Se presenta generalmente en niños y ocurre cuando el significado de esa palabra pasa a representar algo y significan la misma cosa, no se trata simplemente de una asociación entre la palabra y el objeto, sino que el niño lo relaciona de manera sustantiva y no arbitraria.

2. *Aprendizaje de conceptos*. Los conceptos se definen como objetos, eventos, situaciones o propiedades que posee atributos de criterios comunes y que se designan mediante algún símbolo o signos y son adquiridos en dos procesos: formación y asimilación. En la formación,

se adquieren de la experiencia directa, en etapas sucesivas de formulación y comprobación de hipótesis. La asimilación se produce a medida que el niño amplía su vocabulario.

3. *Aprendizaje de proposiciones.* Este tipo de aprendizaje es más que la simple asimilación, pues implica la combinación y relación de varias palabras de tal forma que se tiene una idea resultante y no es la simple suma de los significados de las palabras de manera individual, produciendo un nuevo significado en la estructura cognoscitiva.

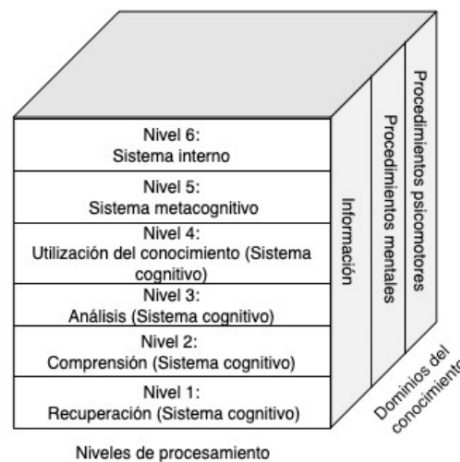
Taxonomía de Marzano y Kendall

Uno de los problemas de la taxonomía de Bloom y de todas las revisiones o adaptaciones, es que se intentaba utilizar los grados de dificultad como base de las diferencias entre los niveles de la taxonomía. Los procesos mentales no pueden ordenarse jerárquicamente en términos de dificultad, pero se pueden ordenar en términos de control (Marzano y Kendall, 2007).

El modelo utilizado en esta taxonomía presenta tres sistemas mentales: sistema interno, sistema metacognitivo y sistema cognitivo. El sistema interno decide si se compromete a una nueva tarea, si se selecciona una nueva tarea se activa el sistema metacognitivo y su función es establecer objetivos relativos a la nueva tarea, también se encarga de diseñar estrategias para lograr una meta determinada e interactúa activamente con el sistema cognitivo una vez activado. El sistema cognitivo es responsable del procesamiento efectivo de la información y de las operaciones analíticas como hacer inferencias, comparar, clasificar y similares (Marzano y Kendall, 2007).

La nueva taxonomía de Marzano y Kendall (2007) está conformada por dos dimensiones: niveles de procesamiento y dominios del conocimiento. Las filas de la Figura 1 hacen referencia a los niveles de procesamiento, que representan los tres sistemas de pensamiento. El sistema cognitivo tiene cuatro subcomponentes: recuperación, comprensión, análisis y utilización del conocimiento. Las columnas del lado derecho representan los dominios del conocimiento: información, procedimientos mentales y procedimientos psicomotores.

Figura 1. *La nueva taxonomía.*



Fuente: Marzano y Kendall (2007)

Diseño instruccional: Modelo ADDIE

Los modelos de diseño instruccional están fundamentados en las teorías del aprendizaje. Existen varios modelos de diseño, uno de ellos es el modelo ADDIE, que destaca por ser un modelo genérico porque sus fases son esenciales y permite su adecuación para el logro de la instrucción. Se trata de un diseño instruccional interactivo, debido a que los resultados de la evaluación formativa de cada etapa pueden conducir al diseñador a alguna de las fases previas (Belloch, 2017).

Este modelo se utilizó para el diseño instruccional del curso virtual de álgebra elemental, ya que sus fases permiten y facilitan su construcción. De acuerdo con Obregón y Flores (2019), el modelo ADDIE permite la sistematización e integración de los contenidos de aprendizaje y se centran en la necesidad del estudiante, lo cual permite la flexibilidad de adecuación. Este modelo consta de la etapa de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. A continuación, se describe cada etapa realizada:

En la primera etapa se analizaron los temarios de otros cursos de nivelación ofertados en escuelas de educación superior, además se tomó en cuenta la guía del Examen Nacional de Ingreso a la Educación Superior (EXANI-II), del Centro Nacional de Evaluación (CENEVAL). Este examen consta de dos instrumentos de evaluación: admisión y diagnóstico. Su estructura está organizada en cuatro dominios: pensamiento matemático, pensamiento analítico, estructura de la lengua y comprensión lectora. El área de pensamiento matemático consta de 25 preguntas de opción múltiple (Centro Nacional de Evaluación [CENEVAL], 2019). La comparación de los contenidos temáticos se muestra en la Tabla 3 (Díaz et al., 2019).

Tabla 3. *Comparación de contenidos temáticos*

ITS (2013)	ITC (2014)	ITSSY (2016)	UNACAR (2017)	EXANI II
Números reales	Exponentes	Números reales	Potencias y radicales	Jerarquización de operaciones
Productos notables	Productos notables	Operaciones algebraicas	Productos notables	Relaciones de proporcionalidad
Factorización	Factorización	Potenciación	Factorización	Productos notables
Solución de ecuaciones	Fracciones algebraicas	Productos notables y factorización	Fracciones algebraicas	Ecuaciones de primer y segundo orden
	Radicales	Ecuaciones numéricas	Radicales algebraicos	Funciones trigonométricas
	Graficación de rectas y solución de sistemas de ecuaciones	Fracciones parciales		Estadística descriptiva

Fuente: Adaptado de Díaz et al. (2019)

En la fase de diseño se tomó en cuenta el análisis de la Tabla 3, el nivel y los objetivos del temario fueron diseñados con base en la taxonomía de Marzano y Kendall (2007). En la etapa de desarrollo se elaboraron materiales para todos los contenidos temáticos del curso, basados en la teoría constructivista y aprendizaje significativo. En la implementación se utilizó la

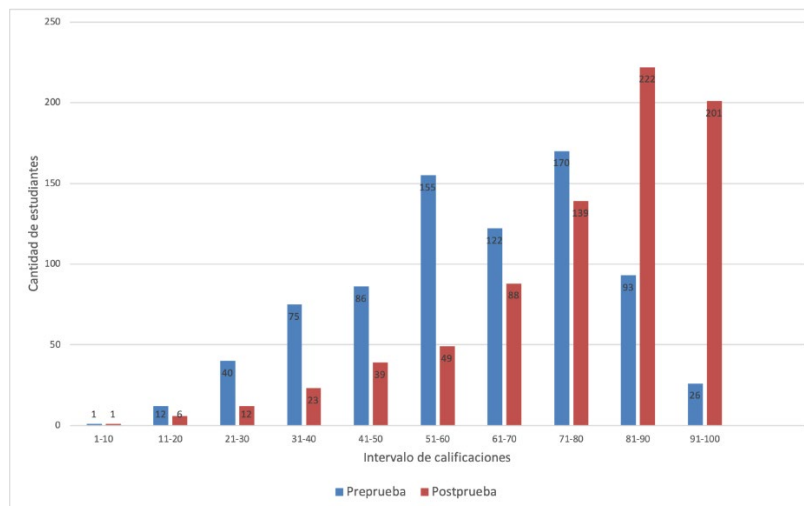
plataforma Microsoft Teams para asesoría del curso en forma síncrona y la plataforma Moodle versión 3.8, incluyendo la herramienta GeoGebra para las sesiones asíncronas. En la última fase se consideró una encuesta a los estudiantes y tuvo la finalidad de saber si el material empleado en la plataforma Moodle fue adecuado.

RESULTADOS

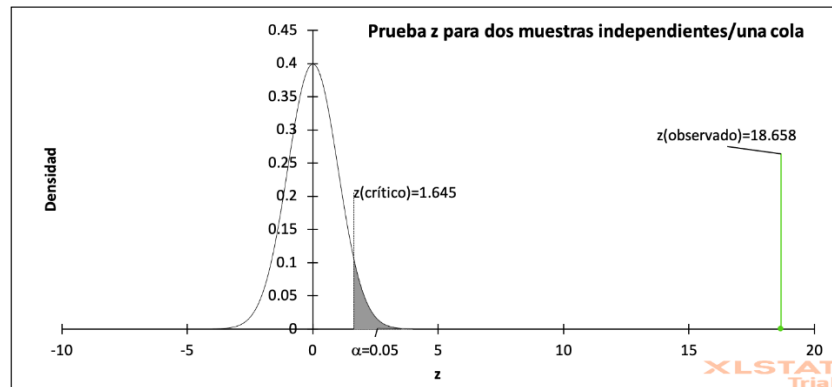
Los resultados se obtuvieron en dos momentos: en la primera fase se obtuvieron los resultados del examen de admisión que denominamos preprueba. Durante el desarrollo del curso se obtuvieron las calificaciones de la evaluación formativa y en la última fase se obtuvieron los resultados de la posprueba. Adicionalmente, se obtuvo la evaluación del curso virtual por parte de los estudiantes para validar la fase de diseño del modelo ADDIE.

Existe una diferencia significativa entre las medias de ambas pruebas, sin embargo, no sucede lo mismo con las desviaciones estándar. Así mismo, se puede observar en la Figura 2 la comparación de ambas pruebas mediante la distribución de frecuencias. Con base en los valores de la media y mediana, en la preprueba la media y la mediana son similares, la distribución de frecuencias tiene una forma simétrica. Por otra parte, el conjunto de observaciones de la posprueba muestra que la media es menor que la mediana de manera significativa, es decir, se tiene un sesgo de forma negativa.

Figura 2. Distribución de frecuencias de ambas pruebas



Con el fin de probar la hipótesis de investigación se realizó una prueba z de una cola con una confiabilidad del 95%. La hipótesis nula H_0 : no hay cambio significativo en la media poblacional de calificaciones. En otras palabras, se quiere decir que la diferencia que existe entre las calificaciones de la preprueba y la posprueba es una mera casualidad y no influyó el curso virtual. La hipótesis alternativa H_1 : la calificación promedio de la posprueba es mayor que la preprueba. El valor crítico obtenido de z fue 1.645 y el observado fue de 18.658 y se puede verificar en la Figura. Como el valor observado es mayor que el valor crítico, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. La diferencia entre las medias de las calificaciones de la preprueba y posprueba es significativa y no se debe a la casualidad.

Figura 3. Prueba de hipótesis de las pruebas

La evaluación del curso fue la percepción que tuvieron los estudiantes del contenido del curso. La información recabada incluye objetivos de aprendizaje, organización y planificación, carga de trabajo, contenido e indicaciones. Al menos el 60 % de los encuestados consideran estar de acuerdo o completamente de acuerdo en, que los objetivos de aprendizaje fueron claros, el curso estuvo bien organizado y planificado, la carga de trabajo fue adecuada y además sostienen que el contenido del curso fue suficiente. Entre el 5.68 % y el 14.34 % está en desacuerdo o completamente en desacuerdo.

CONCLUSIONES

Las TIC ayudaron a la implementación de los cursos virtuales con aprendizaje constructivista. Las actividades se diseñaron con herramientas tecnológicas que facilitan la construcción del conocimiento desde la perspectiva de Piaget o de Vygotsky: el conocimiento se adquiere de afuera y se interioriza o se construye en el interior para después ser socializada. En lo que se coincide es que la interacción social favorece el aprendizaje, como sucedió en este caso, ya que los estudiantes interactuaron con sus compañeros y docentes en las sesiones síncronas.

En este mismo sentido, la aplicación matemática GeoGebra integrada en Moodle, facilitó el diseño de actividades para el aprendizaje significativo, por ser un instrumento multiplataforma, gratuito y enfocado para todos los niveles educativos. El módulo permitió asociar el significado de un conocimiento previo que el estudiante tiene con alguna representación gráfica, porque engloba la geometría y el álgebra en un paquete integrado, fácil de usar y de comprender. El conocimiento se adquiere por experiencia directa al manipular las representaciones gráficas y después se asimila para poder expresarse de manera verbal. La aplicación permite los tres tipos de aprendizaje significativo que describe Ausubel et al. (1976): aprendizaje de representaciones, aprendizaje de conceptos y aprendizaje de preposiciones.

Durante el trabajo de investigación realizado se pudo verificar que el curso virtual de álgebra elemental con aprendizaje activo influyó de manera positiva en el rendimiento académico en los estudiantes de nuevo ingreso de ingeniería del ITA. Esto es posible afirmarlo, con base en la comparación de los resultados obtenidos en la preprueba versus posprueba. En otras palabras, se acepta la hipótesis planteada al inicio de este trabajo, pues efectivamente, el

diseño de un curso virtual de álgebra elemental con enfoque constructivista y mediando significados, incrementa los conocimientos en los estudiantes de nuevo ingreso, de acuerdo con la metodología utilizada y a la confiabilidad del experimento.

En cuanto a la percepción que los estudiantes tuvieron con respecto al curso fue buena y destacan que una de las ventajas fue el horario abierto para poder realizar las actividades. Los estudiantes consideraron que los recursos tecnológicos usados fueron adecuados, fácil de usar y contribuyeron con su aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D. Novak, J. y Hanesian, H. (1976). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas
- Belloch, C. (2017). *Diseño Instruccional*. <http://www.uv.es/~bellochc/pedagogia/EVA4.pdf>
- Carretero, M. (2002). *Constructivismo y educación* (2a ed.). Editorial Progreso
- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior [CENEVAL] (2019). *Guía del examen nacional de ingreso a la educación superior (EXANI-II)*. https://ceneval.edu.mx/examenes-ingreso-exani_ii/
- Díaz, J., Luna, M. y Salinas, H. (2019). Curso de nivelación algebraica para incrementar el rendimiento académico en estudiantes de ingeniería en un ambiente virtual de aprendizaje. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 9(18), pp. 456-489. <https://ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/432>
- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso aprendizaje. *RUSC. Revista Universidades y Sociedad del Conocimiento*, vol. 5(2), pp. 26-35. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78011201008>
- Marzano, R., & Kendall, J. (Eds.) (2007). *The new taxonomy of educational objectives*. Corwin Press
- Obregón, O., y Flores, D. (2019). Diseño instruccional de una plataforma educativa para la formación de conceptos en la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Estadística. *Revista Internacional Tecnologías de la Educación*, vol. 6(1), pp. 9-21. <https://journals.eagora.org/revEDUTECH/article/view/1683>
- Saldarriaga, P., Bravo, G., y Loor, M. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Revista científica dominio de las ciencias*, vol. 2(Esp.), pp. 127-137. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/298/355>