



# **La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías**

## **The integration of the Khan Academy and mobile devices as a didactic strategy for the study of mathematics in engineering**

**Dr. Jara, Francisco**

Universidad Autónoma de Nayarit

jaraulloa@uan.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-3917-8220>

**Dr. Cancino, Pablo**

Universidad Autónoma de Nayarit

pabloe.cancino@uan.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4448-6052>

Fecha de recepción: 29/04/2022

Fecha de publicación: 28/07/2022

### **RESUMEN**

El uso de los dispositivos móviles y Recursos Educativos Abiertos (REA) vino a romper paradigmas ante la contingencia del COVID19. La presente es una investigación con un enfoque experimental mixto, cuyo objetivo es favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las matemáticas en Ingeniería. Se aplicó una estrategia de intervención, mediante la integración del REA Khan Academy en los procesos académicos de un curso de Cálculo Integral en Ingeniería Mecánica.



Las teorías educativas que lo sustentan son el constructivismo y el conectivismo, mientras que los métodos aplicados fueron: Analítico-sintético, Inductivo-deductivo y el de Analogías. Los resultados permitieron identificar que el uso de la estrategia propuesta incrementa significativamente los resultados académicos, en medio de la limitación de ser una investigación desarrollada en tiempos de pandemia, pero con la originalidad y novedad de ser una estrategia mediante el uso de un REA y dispositivos móviles.

**Palabras clave:** Recursos Educativos Abiertos (REA); Matemáticas; Khan Academy.

## **The integration of the Khan Academy and mobile devices as a didactic strategy for the study of mathematics in engineering**

### **ABSTRACT**

The use of mobile devices and Open Educational Resources (OER) came to break paradigms in the face of the COVID19 contingency. This is a research with a mixed experimental approach, whose objective is to favor the teaching-learning and evaluation processes of mathematics in Engineering. An intervention strategy was applied, through the integration of the Khan Academy (OER) in the academic processes of an Integral Calculus course in Mechanical Engineering.

The educational theories that support it are constructivism and connectivism, while the methods applied were: Analytical-synthetic, Inductive-deductive and Analogies.

The results allowed identifying that the use of the proposed strategy significantly increases academic results, amidst the limitation of being a research developed in pandemic times, but with the originality and novelty of being a strategy through the use of an OER and mobile devices

**Keywords:** Open Educational Resources (OER); Mathematics; Khan Academy



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

## **Introducción**

Nuestro mundo actual cambia aceleradamente, por lo que cada vez se hace más primordial la necesidad de adaptación de los seres humanos a las transformaciones sociales y tecnológicas. El caso más representativo de tales cambios son los generados por la pandemia mundial propiciada por el COVID19, la cual ha generado una nueva cotidianidad transformando profundamente las relaciones humanas, no siendo la excepción el ámbito educativo. Una vez que inició la contingencia sanitaria motivo de la pandemia, las instituciones educativas tuvieron que hacer cambios emergentes en sus procesos educativos, surgiendo el trabajo en casa y las clases virtuales como alternativas para profesores y estudiantes.

Aunque desde hace algunos años se está promoviendo el uso o integración de la tecnología en los procesos educativos, por ejemplo, Cantoral (2017) quién en la propuesta del Nuevo currículo de la educación media superior en México, promueve que se privilegie la resolución de problemas y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación. Aunque en lo declarativo se promovieron estos cambios, la pandemia vino a mostrar que como sociedad no estábamos completamente preparados para una educación soportada en el uso de las TIC'S.

Actualmente, diversos investigadores coinciden que el uso de los dispositivos móviles y los Recursos Educativos Abiertos (REA) son una herramienta didáctica básica en los procesos educativos, por su fácil acceso, su impacto social y que además son gratuitos. En este sentido, Rodríguez et al. (2014) presentan el uso de Khan Academy en aulas chilenas para innovar en la enseñanza e incrementar la participación de los estudiantes en matemáticas. Rodríguez (2015) muestra el uso del portal Khan Academy en una clase de matemáticas, en especial, la manera en que los estudiantes consideran que éste les apoya en el aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales. Pérez-Ortega (2017) analiza la experiencia en la elaboración de productos audiovisuales como recursos educativos digitales con estudiantes universitarios y su aporte para el desarrollo de actividades teórico-prácticas, así como los roles de estudiantes



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

y profesores en el proceso de transmisión del conocimiento digitalizado. Jara et al. (2019) presentan la integración de Khan Academy como una estrategia didáctica para la evaluación de las matemáticas (Cálculo Integral) en ingenierías. Algunas investigaciones durante y posteriores a la pandemia como Jara et al. (2020) muestran a Khan Academy como un Recurso Educativo Abierto para la evaluación de las Matemáticas y Ciencias en Ingenierías. Cancino et al. (2020) presentan algunas reflexiones y retos educativos relativos al constructivismo, la importancia de las tecnologías digitales y el acceso a la WEB a partir del COVID-19.

En el presente documento se reporta el logro de los objetivos alcanzados por medio de la implementación de la estrategia de intervención con el uso de los Dispositivos móviles y del Recurso Educativo Abierto Khan Academy en un curso de Cálculo Integral con estudiantes de primer año del Programa Académico de Ingeniería Mecánica (PAIM) de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), situada en la ciudad de Tepic Nayarit, México.

La hipótesis formulada es que la aplicación de una estrategia de intervención con el uso de los dispositivos móviles y el REA Khan Academy incrementa significativamente los resultados académicos en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje y evaluación de las Matemáticas en ingenierías. Mientras que las variables empleadas son: la estrategia de intervención mediante el uso de Khan Academy y los resultados académicos obtenidos.

El grupo en estudio se dividió en dos partes: un grupo experimental donde se aplicó el uso de la variable independiente, en este caso el uso de Khan Academy y en la contraparte, un grupo de control donde no se aplicó dicha estrategia y solo aprendieron con el uso de las demás estrategias establecidas en el curso como son la elaboración del portafolio, la participación en clase y plataforma.

Para el caso de la contrastación de la hipótesis, se seleccionó la prueba U de Mann-Whitney, ya que las condiciones del experimento, la escala de medición de la variable dependiente y la conformación de los grupos independientes indicaron que era la más adecuada.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

## **El problema**

La intensa propagación del COVID-19 y la exigencia del confinamiento sanitario para contenerlo, llevó a las instituciones educativas a transitar a modelos virtuales mediante el uso de las tecnologías, denominando a esto la “nueva normalidad”. De esta forma, cada institución se vio obligada a terminar el periodo escolar 2019-2020 de la mejor forma.

### Formulación

¿Qué efecto tiene la integración de los dispositivos móviles y los Recursos Educativos Abiertos (REA), como estrategia de intervención en el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las matemáticas en Ingeniería en la unidad de aprendizaje de Cálculo Integral de los estudiantes de primer año del PAIM en la Unidad Académica de Ciencias Básicas e Ingenierías (UACBI) de la UAN en ciclo escolar 2020-2021, en medio de la pandemia COVID19?

### Delimitación

El presente estudio se llevó a cabo con estudiantes de primer año que cursaron la Unidad de Aprendizaje de Cálculo Integral del PAIM de la UAN, situada en la ciudad de Tepic Nayarit. Cabe mencionar que el curso se desarrolló de manera virtual ante las circunstancias sociales motivadas por la pandemia del Covid19 durante el semestre Enero – Junio de 2021. El grupo de estudio estuvo integrado por un total de 15 estudiantes.

### Justificación

La importancia del uso de las TICS para enfrentar una problemática académica adversa se presenta como una oportunidad para su integración en los procesos educativos, donde la tecnología es parte fundamental de la cotidianidad de la sociedad y en el ámbito educativo no debe ser la excepción. Los elementos significativos para el desarrollo de aprendizajes que podemos considerar son: el contexto o ambiente de aprendizaje, los contenidos (Modelo curricular), la interacción y comunicación entre sujetos y finalmente los elementos auxiliares (uso de herramientas y dispositivos para la educación). Todos ellos son elementos de apoyo



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

que refuerzan la actuación del docente y coadyuvan a aumentar la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) del aprendizaje de los estudiantes.

En nuestro caso, al carecer de las aulas físicas, se suplieron por aulas virtuales, por lo que en nuestro estudio dimos énfasis al contexto (aula virtual) y los elementos auxiliares.

Las Aulas Virtuales las describen Osorio et al (2008) como una herramienta tecnológica que surgen como alternativas de comunicación y que pueden ser utilizadas como herramienta educativa.

#### Objetivo general

Evaluar el efecto que tiene la integración de los dispositivos móviles y el uso del Recurso Educativo Abierto Khan Academy, como estrategia de intervención en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en Ingeniería en la unidad de aprendizaje de Cálculo Integral de los estudiantes de primer año del PAIM en la UACBI de la UAN.

#### Preguntas de investigación

- ¿Cuáles instrumentos son los más adecuados para identificar el uso de los dispositivos móviles en los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las matemáticas en Ingeniería?
- ¿Cuáles son los criterios más relevantes para identificar el uso de los dispositivos móviles en los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las matemáticas en Ingeniería?
- ¿Cómo identificar y promover el uso del REA Khan Academy -desde el punto de vista del estudiante- en los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las matemáticas en Ingeniería?
- Considerando el desarrollo cognitivo del estudiante, ¿en qué momento y bajo qué condiciones se deben de diseñar estrategias de intervención con los modelos pedagógicos del Aula Invertida y el de Sustitución, Aumento, Modificación y Redefinición (SAMR) en los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las matemáticas en Ingeniería?



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

- ¿Cuáles son los criterios de científicidad adecuados que permiten evaluar el impacto de la estrategia de intervención con los modelos pedagógicos propuestos?

A continuación se muestra la operacionalización de las variables, describiendo su definición conceptual.

Dispositivos móviles (Variable Independiente)

“Los dispositivos móviles son aparatos de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función, pero que pueden llevar a cabo otras funciones más generales” (Martínez, 2011, p. 7)

Recursos Educativos Abiertos (Variable Independiente)

Es un término adoptado por la UNESCO en el 2002 que los define como “la provisión de recursos educativos abiertos, habilitados por las tecnologías de la información y la comunicación, para la consulta, uso y adaptación por una comunidad de usuarios con fines no comerciales” (Butcher, 2015, p. 24).

Resultados académicos (Variable Dependiente)

Son el “Nivel de conocimientos demostrado en un área ó materia comparado con la norma de edad y nivel académico” (Jiménez, 2000 como se citó en Navarro, 2003, p. 3)

## **Revisión teórica**

### Antecedentes de la investigación

En primera instancia, desde la postura constructivista, concebimos a los dispositivos móviles y REA como soportes instrumentales (elementos de andamiaje tecnológico) que afectan significativamente la ZDP del sujeto en la construcción de conocimientos; y que desde la postura conectivista, permiten al estudiante interactuar con el entorno global durante su proceso de aprendizaje.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

El uso de los dispositivos móviles y REA tiene algunos años de uso en la educación, pero los trabajos formales y legales sobre su uso, se están haciendo a través de la UNESCO.

Como un aporte metodológico y avalado por la UNESCO, Butcher (2015) presentó una guía básica del uso de los REA, la cual dividió en tres secciones. En la primera con el objetivo de introducir al lector de una manera rápida en los elementos clave para usar de manera eficaz los REA. La segunda sección presenta los argumentos científicos para el uso de los recursos, a manera de artículo de investigación. En la tercera y última presenta un listado de apéndices con información específica y detallada principalmente para su uso en línea.

Posteriormente y para consolidar el trabajo a raíz de la pandemia, la UNESCO publicó Miao et al. (2020) las directrices para la elaboración de políticas de recursos educativos abiertos, las cuales relacionan a los REA con los 17 objetivos para el desarrollo sostenible de la educación establecidos por la UNESCO en su agenda para el 2030, donde considera que el acceso universal a una educación de calidad es fundamental, además, de garantizar la educación inclusiva y equitativa.

Estudios realizados en diferentes universidades presentan sus resultados preliminares y conclusiones acerca del trabajo docente, Aguilar y Rondero (2020) realizan un análisis de las contribuciones del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (INTEF) propuestas en el marco común de competencia digital docente en el 2017.

Otro estudio presentado por Delgado (2020) menciona que las matemáticas requieren de una nueva reestructuración y la pandemia vino a darnos la oportunidad de cambiar la forma en que las enseñan en las escuelas y menciona que el Consejo Nacional de Maestros de Matemáticas (NCTM) y el Consejo Nacional de Supervisores de Matemáticas (NCSM, ambos por sus siglas en inglés) presentaron el documento Avanzando: Aprendizaje de las Matemáticas en la Era de COVID-19.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

La actualización y profesionalización docente cobran gran interés principalmente en el desarrollo de las Competencias Digitales, que se vuelven una necesidad permanente para que los docentes puedan enfrentar con éxito las exigencias del mundo educativo originado por la pandemia. Por lo que “La competencia digital no se trata únicamente de una habilidad sino de un conjunto de habilidades que facilitan el trabajo en equipo, el aprendizaje autodirigido, el pensamiento crítico, la creatividad y la comunicación” (Aguilar y Rondero, 2020, p. 3).

**Bases teóricas**

En la estrategia de intervención propuesta se basa principalmente en el constructivismo y el conectivismo. La primera considera al estudiante como un ente activo en su proceso de aprendizaje y la segunda incluye al uso de las TICs las redes de conocimiento que se pueden encontrar incluso fuera de los alumnos como lo es el internet o en los dispositivos móviles.

**El constructivismo**

Es una corriente que, considerando holísticamente al ser humano, de manera amplia postula que el conocimiento es un proceso de construcción intra e inter subjetivo, que parte de la conciencia del sujeto individual ante su contexto; el cual -en su condición epistémica de ser dotado para el razonamiento- aprende, ello de acuerdo a los condicionantes de su entidad psicológica. Finalmente, dado el carácter social del Ser humano, la interacción con otros será la condición necesaria y determinante para la construcción de los conocimientos (Serrano y Pons, 2011)

Desde la perspectiva de la psicología evolutiva, la cual abona a la teoría constructivista, existe una diferencia significativa entre el nivel de Desarrollo Real (lo que el aprendiz es capaz de realizar por sí solo) y el nivel de Desarrollo Potencial (lo que puede llegar a hacer con ayuda de los demás). Vigotsky denominará a ésta, “Zona de Desarrollo Próximo”. (González et al, 2011). De esta manera, el proceso educativo encara la necesidad de entregar al estudiante las herramientas necesarias (según Bruner, generar andamiajes) que le permitan construir sus



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

propios procedimientos para resolver una situación problemática, lo que implica que sus ideas puedan verse modificadas, mientras sigue aprendiendo.

A partir de las propuestas Green y Piel (2015), los docentes pueden implementar los siguientes tipos de actividades para estimular la ZDP:

- Uso de instrucciones directas para proporcionar claridad en la información transmitida.
- Dirección ante situaciones problemáticas, aplicando refuerzos positivos y negativos.
- Preguntas que requieran contrastar sus respuestas en contextos colectivos (actualmente, también globales a través de los REA en red).
- Implementación de tareas estructuradas.
- Modelación del comportamiento por imitación y/o reiteración, brindándole al estudiante referentes que le recuerden los niveles de ejecución esperados.
- Favorecer situaciones en donde los estudiantes deban explicar sus razonamientos, para reconocer sus modelos de pensamiento y así crear nuevas situaciones de aprendizaje.
- Procesos de aprendizaje que favorezcan la retroalimentación y autocorrección.

Como figuras clave del constructivismo destacan principalmente Jean Piaget y Lev Semionovich Vigotsky. Piaget se centra en cómo se construye el conocimiento partiendo desde la interacción con el medio. Por el contrario, Vygotsky se centra en cómo el medio social permite una reconstrucción interna. Según Vygotsky (2000) la perspectiva instrumental altera el curso de desarrollo natural de los procesos de pensamiento, sirviendo como base para el desarrollo de las funciones cognitivas superiores y que distinguirá al ser humano del resto de las criaturas biológicas.

#### El conectivismo

Propuesto por Siemens (2004), junto con Stephen Downes, afirma que las grandes teorías de aprendizaje fueron desarrolladas en una época en la que la tecnología no había incursionado en el aprendizaje y estaban establecidas principalmente en ambientes instruccionales.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

En esta teoría se establece -entre otras cuestiones- que el aprendizaje o los conocimientos se pueden encontrar fuera del estudiante, en una base de datos, en una organización y está enfocada a realizar conexiones entre los conocimientos que tienen mayor importancia según nuestro estado actual de conocimiento. Describe el aprendizaje como un proceso de creación de una red de conocimiento personal de cómo enseñamos y aprendemos con los REA, el uso de las tecnologías y los dispositivos móviles. En palabras de Siemens -quien busca sustento teórico que fundamente este cambio de paradigma- concibe al aprendizaje como “un proceso que ocurre al interior de ambientes difusos de elementos centrales cambiantes – que no están por completo bajo control del individuo” (Siemens, 2004, como se citó en Cancino, Jara y Casillas, 2020, p. 56).

## **Métodos**

### Tipo y diseño de investigación

La presente investigación presenta en su diseño un enfoque mixto, porque de acuerdo a Hernández et al (2014) es una combinación de los enfoques cualitativo y cuantitativo, que se basa en el análisis de un cuasi experimento que se interpreta e infiere con el uso de la estadística y además, a partir de los datos se contextualiza el fenómeno y se inducen algunos significados.

El grupo en estudio se dividió en dos partes: un grupo experimental donde se aplicó el uso de la variable independiente, en este caso el uso de Khan Academy y en la contraparte, un grupo de control donde no se aplicó dicha estrategia y solo aprendieron con el uso de las demás estrategias establecidas en el curso.

El alcance de este estudio es descriptivo y explicativo. El primero porque considera describir el fenómeno estudiado, sus componentes y el contexto y el segundo va más allá de la simple descripción pues determina o responde a la causa – efecto de los fenómenos de manera estructurada y porque se relacionan las variables.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

La muestra seleccionada para el presente trabajo de investigación fue por conveniencia, no probabilística o dirigida al ser un cuasi experimento, y fueron los estudiantes distribuidos de manera aleatoria en un grupo experimental conformado por 9 estudiantes, y otro de control conformado por 8.

#### Hipótesis alternativa

El uso del REA Khan Academy como estrategia de intervención incrementa significativamente los resultados académicos en la Unidad de Aprendizaje de Cálculo integral.

#### Elección de la Prueba Estadística adecuada para el análisis de la Información

Al no tener suficiente información, datos, ni parámetros para considerar una distribución normal y al tener variables cuantitativas y grupos independientes se eligió la prueba de hipótesis no paramétrica U de Mann-Whitney, la cual Pagano (2006) la describe como una prueba no paramétrica muy potente, que se usa en lugar de la prueba t para grupos independientes y se aplica con datos que por lo menos tienen una escala ordinal.

A los datos obtenidos se les aplicaron los algoritmos metodológicos descritos por Pagano (2006), definiéndose el nivel de confianza de  $\alpha = 0.05_{1\text{ cola}}$  para la prueba de hipótesis y se calcularon los estadísticos  $U_{obt}$  y  $U'_{obt}$ .

#### Implementación

Con un universo de 17 participantes, y de acuerdo con el protocolo de investigación propuesto, como primera acción se llevó a cabo una recolección de datos que permitieran establecer el perfil de los estudiantes.

Posteriormente, para verificar el nivel de conocimientos previos que poseían los estudiantes al inicio del curso, se aplicó un examen diagnóstico en línea que permitió caracterizar su nivel de habilidades y competencias básicas en cálculo diferencial e integral.

Una vez obtenidos los resultados diagnósticos, se procedió a conformar los dos grupos que integrarían el modelo experimental por grupos contrastados: uno experimental y el otro de



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

control, conformados mediante listado de asistencia, estableciéndose un grupo con los numerales pares y otro con los impares.

En el encuadre de la Unidad de Aprendizaje, se informó a los estudiantes que durante el semestre se aplicarían dos evaluaciones: una intermedia y otra al final. La calificación total de la Unidad de Aprendizaje se obtuvo como el promedio de ambas calificaciones.

Durante el desarrollo del curso de estudios, por situaciones ajenas a las condiciones del experimento, se dieron de baja del curso 2 estudiantes pertenecientes al grupo de control, finalizando con un total de 6 estudiantes, mientras que el grupo experimental se mantuvo con 9 elementos.

Para que durante el proceso experimental la técnica empleada fuera común a ambos grupos, en primera instancia se les indicaba que vieran un video con la explicación del tema y el desarrollo de ejercicios. Cabe señalar que los videos fueron desarrollados por el docente-investigador autor de la presente y alojados en el sitio de divulgación matemática denominado “Jaramáticas” (Jara, 2021). Posterior a la revisión de videos, en interacción virtual por medio de la plataforma “Meet”, el docente-investigador les explicaba a los participantes algunas propiedades o características del tema y se les planteaba el desarrollo de ejercicios.

A partir de este momento, y para validar la hipótesis de investigación, el grupo experimental tenía que desarrollar una serie de actividades programadas en un periodo establecido en la plataforma de Khan Academy. Este tipo de dinámica de trabajo se llevó a cabo durante los meses de marzo a mayo de 2021 en la primera etapa y de mayo a julio de 2021, en la segunda. Al finalizar cada periodo, se revisaban los “puntos de energía” obtenidos (que es la forma en que Khan Academy denomina al puntaje obtenido por los estudiantes al realizar sus actividades) y se observaba el porcentaje de avance en el curso de la plataforma. La meta propuesta en cada etapa por el docente-investigador a los estudiantes, fue de 20,000 puntos.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

### Aplicaciones didácticas, desarrollo tecnológico, hallazgos principales

En la Figura 1, se muestran los resultados obtenidos por el grupo experimental en la primera etapa del curso, como son: el tiempo dedicado al aprendizaje (minutos), las habilidades mejoradas y las habilidades sin avance, en el periodo de 1 de marzo al 15 de mayo de 2021.

### Figura 1

*Actividades realizadas por los estudiantes del grupo experimental en la etapa 1*

ESTUDIANTE	TOTAL DE MINUTOS DE APRENDIZAJE	HABILIDADES MEJORADAS	HABILIDADES SIN AVANCE
ARELLANO VERDIN MIGUEL	287	0	0
CORTÉS RODRIGUEZ JESUS ATXEL	328	0	2
ESTRADA SEDANO DAVID ANTONY	824	0	1
JAIME HIDALGO LUIS TADEO	356	2	1
NAVARRO SAUCEDO ESMERALDA	106	1	1
OJEDA ALONSO DANIELA ALEJAND...	0	0	0
QUIÑONES BURGARA ANTONIO DE...	68	1	0
ROJAS SOTO EDUARDO	325	1	1
VARGAS VILLA ERICK DANIEL	15	0	0

En la Figura 2 se muestran los resultados de los mismos estudiantes en la segunda etapa del experimento, correspondientes del 17 de mayo al 13 de julio de 2021



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

**Figura 2**

*Actividades realizadas por los estudiantes del grupo experimental en la etapa 2*

ESTUDIANTE	TOTAL DE MINUTOS DE APRENDIZAJE	HABILIDADES MEJORADAS	HABILIDADES SIN AVANCE
ARELLANO VERDIN MIGUEL	99	0	0
CORTÉS RODRIGUEZ JESUS ATXEL	230	0	0
ESTRADA SEDANO DAVID ANTONY	66	0	0
JAIME HIDALGO LUIS TADEO	186	0	0
NAVARRO SAUCEDO ESMERALDA	423	3	3
OJEDA ALONSO DANIELA ALEJAND...	507	0	1
QUIRONES BURGARA ANTONIO DE...	398	5	2
ROJAS SOTO EDUARDO	275	1	0
VARGAS VILLA ERICK DANIEL	431	1	2

**RESULTADOS**

Proceso de diagnóstico

Se aplicó un examen diagnóstico a los 15 estudiantes para evaluar sus conocimientos previos (abarcando los fundamentos teóricos del Cálculo Diferencial e Integral).

En la Tabla 1 se presentan tales resultados organizados en tres categorías, de acuerdo a su nivel de desempeño. El promedio general del grupo fue de 37% en una escala de 100%.

**Tabla 1**

*Resultado del examen diagnóstico de Cálculo Integral de los estudiantes de primer año del Programa Académico de Ingeniería Mecánica de la UACBI.*

CALIFICACIÓN	DESEMPEÑO	FRECUENCIA	(%)
Menos de 60	Deficiente	13	87
60-79	Aceptable	2	13
80-100	Sobresaliente	0	0

Para identificar las necesidades de los estudiantes se diseñó una encuesta estructurada, con 5 preguntas cerradas y sólo una pregunta abierta. En la Tabla 2 se presentan de manera consolidada los resultados relativos al acceso a internet y a los dispositivos móviles.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

**Tabla 2**

*Resultado de la encuesta de disponibilidad de dispositivos móviles de los estudiantes de segundo semestre del PAIM de la UACBI.*

<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>
¿Cuál es el municipio dónde vives?	Amatlán de Cañas, Santa María del Oro, Tepic, Tuxpan y Xalisco
¿Cuentas con internet en tu casa o domicilio?	El 80% cuenta con internet en su casa o domicilio
¿Tienes teléfono celular con acceso a internet?	Todos tienen celular con acceso a internet
¿Tienes plan de datos en su teléfono?	El 60% cuenta con plan de datos
¿Tienes computadora de escritorio (PC), portátil (Laptop) o algún otro dispositivo móvil?	El 73% tiene otro dispositivo además del celular
¿Hay internet público (de paga) en la localidad dónde vives?	El 53% tiene acceso a internet en la comunidad donde vive

### Resultados académicos y análisis estadístico

En la tabla 3 se muestran las calificaciones obtenidas por los estudiantes en el grupo experimental y el grupo de control (ordenados de menor a mayor). La calificación asignada es el promedio final de las dos etapas de evaluación y contempla todos los rasgos evaluativos considerados para el proceso. Se asignaron los rangos correspondientes a cada calificación en cada grupo y se realizaron los cálculos correspondientes.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

**Tabla 3**

*Asignación de rangos correspondientes a las calificaciones en el experimento*

GRUPO EXPERIMENTAL		GRUPO DE CONTROL	
Calificación	Rango	Calificación	Rango
50.0	3.5	70.0	8.5
70.0	8.5	30.0	1.5
50.0	3.5	60.0	5.0
90.0	15.0	30.0	1.5
80.0	12.5	70.0	8.5
70.0	8.5	65.0	6.0
75.0	11.0		
85.0	14.0		
80.0	12.5		
$R_1 = 89$		$R_2 = 31$	
$n_1 = 9$		$n_2 = 6$	

Al sustituir los valores en las ecuaciones correspondientes, se obtiene:

$$U_{obt} = (9)(6) + \frac{9(10)}{2} - 89 = 10$$

$$U'_{obt} = (9)(6) + \frac{6(7)}{2} - 31 = 44$$



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

El valor considerado de comparación, con el nivel de confianza de  $\alpha = 0.05_{1\text{ cola}}$  obtenido de Pagano, tabla C.4 es: “ $U_{crit} = 12$ ” (2006, p. 537).

Como  $U_{obt} < U_{crit}$ , se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación. Por lo tanto, se concluye que la aplicación de una estrategia de intervención con el uso de los dispositivos móviles y del REA *Khan Academy* incrementa significativamente los resultados académicos en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje y evaluación de las Matemáticas en Ingenierías.

### **Conclusiones**

1. Durante el proceso de implementación de la contingencia sanitaria a causa del covid-19, y dadas las limitadas oportunidades de interacción (dada la interacción virtual y muchas veces asincrónica) el uso de las encuestas en *Google Forms* mostró ser el instrumento adecuado para recabar información.
2. Desde el punto de vista de la administración académica del curso, una forma estratégica para identificar si el estudiante realiza las actividades mediante el uso de los dispositivos móviles (en este caso la plataforma de *Khan Academy*) es revisar y llevar un control de: el tiempo dedicado a las actividades, el avance logrado en las tareas y las habilidades que domina (el porcentaje), mismos que se pueden revisar en la plataforma e imprimir por periodos de tiempo.
3. En la cotidianidad, es posible identificar el uso que hacen los estudiantes de los dispositivos móviles y REA, prioritariamente en la participación y colaboración con sus compañeros y en la clase misma.
4. Desde la perspectiva de la Investigación Educativa, el impacto de una estrategia de intervención se puede sustentar científicamente mediante métodos estadísticos aplicados a estudios de casos y contrastación de grupos experimentales vs de control.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

5. Se observó, como en Rodríguez et al. (2014) de que un incremento de la interacción con las matemáticas tuvo un impacto positivo en el compromiso y aprendizaje de los estudiantes.
6. En similitud a Rodríguez (2015) se corroboró que el uso de videos y ejercicios de práctica se considera una evidencia que Khan Academy como REA permite mejorar el aprendizaje y comprensión del cálculo integral.

#### Recomendaciones

Para futuras investigaciones -considerando el desarrollo cognitivo del estudiante- se deben de diseñar estrategias de intervención con los modelos pedagógicos del Aula Invertida y SAMR en los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las matemáticas en Ingeniería, para transformar el uso de los REA y dispositivos móviles en actividades que anteriormente eran inconcebibles.

Finalmente, es posible encontrar algunos factores que limiten el desarrollo óptimo de esta estrategia, entre otros:

- Falta de habilidades de los docentes en el manejo de los dispositivos móviles y los REA.
- Miedo al uso inadecuado de los dispositivos móviles y REA por la falta de experiencia.
- Falta de infraestructura en el hogar o comunidad para acceder a internet.
- No tener la posibilidad económica de pagar el servicio de internet.
- No contar con dispositivos móviles o computadora.



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

## Referencias consultadas

- Aguilar, R. y Rondero, E. (2020, 2 de octubre). La competencia digital es una necesidad permanente. Observatorio de Innovación Educativa. Tecnológico de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/competencia-digital-una-necesidad-permanent>
- Burgos, D. y Echeverry, H. (2012). Estado del arte del uso de aplicaciones en dispositivos móviles en el área de la telemedicina. Repositorio institucional UTP. [http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/0053B957.pdf?fbclid=IwAR3cpXBO1ShJhVRbe4AWZJsyPpmVpKkxh8t2PXL6pz8B2o7joolkmJ\\_IzSA](http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesis/textoyanexos/0053B957.pdf?fbclid=IwAR3cpXBO1ShJhVRbe4AWZJsyPpmVpKkxh8t2PXL6pz8B2o7joolkmJ_IzSA)
- Butcher, N. (2015). *Guía Básica de Recursos Educativos Abiertos (REA)*. UNESCO
- Cancino, P., Jara, F. y Casillas, M. (2020). Educación a distancia: Retos y Oportunidades. UTP. <http://tecnocientifica.com.mx/libros/Educacion-a-distancia-Retos-Oportunidades.pdf>
- Cantoral, R. (2017). Nuevo currículo de la educación media superior. Campo disciplinar de matemáticas. Cinvestav. IPN. [http://planeacioneducativa.uieml.edu.mx:8044/SeguridadGlobal/Publico/MediaSuperior/NUEVO\\_CURRICULO\\_MATEMATICAS\\_BACHILLERATO\\_TECNOLOGICO.pdf](http://planeacioneducativa.uieml.edu.mx:8044/SeguridadGlobal/Publico/MediaSuperior/NUEVO_CURRICULO_MATEMATICAS_BACHILLERATO_TECNOLOGICO.pdf)
- Delgado, P. (2020, 21 de julio). La enseñanza de las matemáticas requiere de una urgente reestructuración. Observatorio de Innovación Educativa. Tecnológico de Monterrey. [https://observatorio.tec.mx/edu-news/ensenanza-de-las-matematicas-covid19?fbclid=IwAR2KRuLbDxZrOR1gI\\_3h87yJu4XusfgU5tI2Tc2Pz5wCrG5MwTPQOCnNa48](https://observatorio.tec.mx/edu-news/ensenanza-de-las-matematicas-covid19?fbclid=IwAR2KRuLbDxZrOR1gI_3h87yJu4XusfgU5tI2Tc2Pz5wCrG5MwTPQOCnNa48)
- González, A. Rodríguez, A. y Hernández, D. (2011). El concepto zona de desarrollo próximo y su manifestación en la educación médica superior cubana. *Educación Médica Superior*, 25(4), 531-539.
- Green, M. y Piel, J. (2015). *Theories of Human Development: A Comparative Approach*. Psychology Press.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación (6.ª ed)*. Mc Graw Hill
- Jara, F. (2021). Jaramáticas [canal educativo]. YouTube. <https://www.youtube.com/c/FranciscoJaraJaramaticas>
- Jara, F., Cancino, P. y Casillas, M. (2019). La integración de Khan Academy. Una estrategia didáctica para la evaluación de matemáticas en ingenierías. *Revista Electrónica de divulgación de STEM de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.*, 1(1), 25-46. <http://www.revistas.unp.edu.ar/index.php/rediunp/article/view/89>



Dr. Jara, Francisco; Dr. Cancino, Pablo

*La integración de Khan Academy y los dispositivos móviles como estrategia didáctica para el estudio de las matemáticas en ingenierías*

- Jara, F., Cancino, P., y Casillas, M. (2020). An Open Educational Resource: Khan Academy for Mathematics and Science Assessment in Engineering. *Journal of Modern Education Review*, 10(2), 122-129. Doi: 10.15341/jmer(2155-7993)/02.10.2020/009.
- Martínez, F. (2011). Aplicaciones para dispositivos móviles. Universidad Politécnica Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11538/Memoria.pdf?seq>
- Miao, F., Sanjaya, M. y Dominic, O. (2020). *Directrices para la elaboración de políticas de recursos educativos abiertos*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373558?posInSet=1&queryId=f98e02be-134b-443c-a3a6-9da9ed34d065>
- Navarro, R. (2003). *El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo*. REICE - Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación. 1(2), 1-16. <https://www.redalyc.org/pdf/551/55110208.pdf>
- Pagano, R. (2006). *Estadística para las ciencias del comportamiento (7.ª ed)*. Thomson
- Pérez-Ortega, I. (2017). Creación de Recursos Educativos Digitales: Reflexiones sobre Innovación Educativa con TIC. *International Journal of Sociology of Education*, 6(2), 244-268. doi: 10.17583/rise.2017.2544
- Rodríguez, J., Light, D. y Pierson, E. (2014, 12 – 14 noviembre). Khan Academy en Aulas Chilenas: Innovar en la enseñanza e incrementar la participación de los estudiantes en matemática [ponencia]. Congreso Iberoamericano de ciencia, tecnología, innovación y educación. Buenos Aires, Argentina. <https://www.oei.es/historico/congreso2014/memorias2014.php>
- Rodríguez, R. (2015). El uso del portal Khan Academy como Recurso Educativo Abierto en una clase de Matemáticas. *Virtualis*, 6(12), 132-155. <https://www.revistavirtualis.mx/index.php/virtualis/article/view/131/165>
- Serrano, J. y Pons, R. (2011). El Constructivismo hoy: Enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 1-27.
- Serulnikov, A. y Suarez, R. (1999). *Piaget para Principiantes (1ª ed)*. Era Naciente SRL
- Siemens, G. (2004). Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital. <http://es.scribd.com/doc/201419/Conectivismo-una-teoria-del-aprendizaje-para-la-era-digital>.
- Vygotsky, L. S. (2000). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Grupo Planeta (GBS).