

# El uso del portal KhanAcademy como Recurso Educativo Abierto en una clase de Matemáticas

# El uso del portal KhanAcademy como Recurso Educativo Abierto en una clase de Matemáticas

Ruth Rodríguez

[ruthrdz@itesm.mx](mailto:ruthrdz@itesm.mx)

Tecnológico de Monterrey, México

## Resumen

El presente artículo describe un estudio sobre el impacto que tiene un Recurso Educativo Abierto (REA) en un curso de Matemáticas en una universidad privada del Norte de México. En particular, se centra en el uso de recursos educativos en el portal KhanAcademy y la manera en que los estudiantes consideran que éste les apoya en el aprendizaje de las Ecuaciones Diferenciales (ED). El estudio se enmarca en un paradigma cualitativo de un estudio exploratorio alrededor de dos indicadores: el tiempo de uso de los alumnos del portal, viendo videos y resolviendo ejercicios en línea, y una encuesta propuesta a dos grupos de estudiantes que toman el curso de ED. Los resultados permiten mostrar que los alumnos consideran que el uso del REA, como el portal de KA, les aporta beneficios en el aprendizaje de las ED.

Palabras Claves: Matemáticas, Simuladores, Modelación, Recursos Educativos Abiertos

## Abstract

This article presents a study about the impact of the use of an Open Educational Resource (OER) in a math course at a private university in northern Mexico. In particular, the study focuses on the use of educational resources from the portal Khan Academy (KA) and how students consider it supports them in learning Differential Equations (ED). The study was conducted on a qualitative paradigm of an exploratory study about two indicators: time student use of the portal, watching videos online and solving exercises and a survey given to two groups of students who take the course of ED. The results of this study show that students allow consider the use of OER as KA portal gives them benefit in learning the ED.

Keywords: Mathematics, Simulation, Modelling, Open Educational Resources

# Introducción

El presente trabajo tiene como intención mostrar el impacto de un recurso educativo abierto (REA) en una clase de Matemáticas en el contexto de un curso de Ecuaciones Diferenciales de una universidad privada al noreste de México. Se pretende reflexionar sobre el aporte de este recurso en el mejor aprendizaje de los alumnos en la materia que estudian. A continuación hablaremos sobre el portalKhanAcademy, el cual se considera un ejemplo particular de un REA. Antes, daremos un panorama general sobre el uso de estos recursos en Matemáticas.

## El uso de REA en el contexto educativo en general

El término de Recursos Educativos Abiertos (REA) es acuñado en el año 2002 por la UNESCO. Por otro lado, la Fundación William y Flora Hewlett define a los REA como recursos destinados para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación que residen en el dominio público o que han sido liberados bajo un esquema de licenciamiento que protege la propiedad intelectual y permite su uso de forma pública y gratuita, o consiente la generación de obras derivadas por otros. De acuerdo con Ramírez (2013a), los REA se identifican como cursos completos, materiales de cursos, módulos, libros, vídeos, exámenes, software y cualquier otra herramienta, materiales o técnicas empleadas para dar soporte al acceso de conocimiento.

Algunas características de los REA que deseamos resaltar es que estos son materiales (cursos, recursos y multimedias) de diversos tamaños, con un registro de propiedad intelectual a los cuales se les da un registro de licenciamiento abierto que da la posibilidad a diferentes usuarios para usarlos en diversas situaciones formativas. Su principal característica es que tienen un respeto a la autoría de quien generó el material, pero da un licenciamiento para poder usarlo en diversos ámbitos.

El Movimiento Educativo Abierto (MEA) está formado por todas las prácticas que permiten usar los REA y también desarrollar plataformas, recursos y posibilidades para implementarlos en las prácticas educativas. Algunos ejemplos de REA mencionados por Ramírez (2013b) son los siguientes:

- Antologías de REA para cursos
- Repositorios temáticos e institucionales
- Revistas de acceso abierto
- Redes para incentivar prácticas de formación e investigación

## Los Recursos Educativos Abiertos (REA) como herramientas en diferentes disciplinas

La investigación realizada por García e Hinojosa (2010) muestra un estudio de casos múltiples en el que se buscó implementar e indagar la mejora que se obtiene al aplicar un Recurso Educativo Abierto (REA), orientado específicamente al manejo de números con signo en el segundo grado de secundaria. En esta investigación se reporta que aunque los conocimientos computacionales de los alumnos son escasos, se demuestra que son suficientes para poder desarrollar la actividad propuesta. En este sentido, los REA aplicados representan un ambiente agradable y son de fácil acceso para los alumnos. En conclusión, el estudio de García e Hinojosa (2010) permite constatar cómo el uso de herramientas tecnológicas significa el mejoramiento de conocimientos de los alumnos al confirmar su interés por las matemáticas y traducido esto en la motivación y la disposición para tal efecto.

A manera de conclusión de esta parte, los autores afirman que para la inclusión de REA dentro de las clases se requieren tomar en cuenta los siguientes puntos: el dominio del uso de los medios tecnológicos para su explotación; el momento preciso dentro del plan de clase en el que el recurso se tornará mayormente valioso, ya sea como medio introductorio, de reforzamiento o de valoración formativa; y considerar la estrategia de inmersión de REA como parte fundamental en la integración del proceso enseñanza-aprendizaje bajo las habilidades que el grupo en cuestión demuestra y no como un medio obligatorio en el que se habrá de cumplir por el simple hecho de generar sesiones mediadas por tecnología. Este último estudio nos permite constatar que el uso de herramientas tecnológicas significa el mejoramiento de conocimientos de los alumnos al confirmar su interés por las matemáticas y traducir esto en la motivación y la disposición para tal efecto.

## Uso de REA en una clase de Matemáticas

Hoy el acceso a las Tecnologías de la Información es una realidad en todos los ámbitos, particularmente el educativo. De acuerdo con Fernández y Muñoz (2007), la incorporación de esas tecnologías puede promover un cambio en la forma en que se aprende y se enseñan las matemáticas, en particular debido a la modificación de los métodos de cálculo, las posibilidades gráficas y dinámicas. El planteamiento de retos más creativos que la mera repetición de algoritmos, se ven impulsados por la gran cantidad de programas, acceso gratuito en Internet, junto con otras actividades concretas. A continuación, deseamos resaltar el uso de un REA, pero enfocado principalmente en una clase de Matemáticas. Artigue (citado por Saiz y Acuña, 2004) señala que si bien las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) tuvieron su fase de crítica y rechazo por parte de varios actores

relacionados con la educación, actualmente se reconocen como instrumentos didácticos que permiten un mejor proceso de enseñanza y aprendizaje.

Entre los beneficios de emplear computadoras y software en la enseñanza de matemáticas se encuentra la rapidez al realizar operaciones procedimentales y el apoyo en la parte gráfica (Slavit, citado por Ibarra, Bravo y Grijalva, 2002). Por otra parte, Macías (2007) indica que el uso de computadoras en la enseñanza de matemáticas “contribuye a que las materias resulten más atractivas al alumno debido a que su relación con el ordenador es más activa, mientras que en las clases convencionales es muy difícil obtener su participación” (2007, p. 13). Esta afirmación la hace basado en una encuesta realizada a sus alumnos en donde califican las prácticas realizadas de este tipo como interesantes y amenas en un alto porcentaje.

Por su parte, Hitt (2003) describe los beneficios de la tecnología para la construcción de conceptos matemáticos y señala que el desarrollo de software para graficar y el uso de calculadoras graficadoras potentes permiten a los alumnos transitar de una representación a otra, pasando por la tradicional algebraica, la numérica, hasta llegar a la representación gráfica que permite analizar y comprender conceptos complejos de matemáticas como las funciones. Artigue (citado por Saiz y Acuña, 2004) señala que al usar estas herramientas en matemáticas, lo que se espera es que permitan que los alumnos se motiven y aprendan más rápido y mejor. La misma autora indica que es necesario asegurar la legitimidad pedagógica de estas herramientas.

Duval (citado por Mochón, 2000), en su trabajo sobre modelación con el uso de tecnología para el aprendizaje de las matemáticas, concluye que los estudiantes mejoran su comprensión de conceptos matemáticos al emplear recursos tecnológicos acompañados de situaciones didácticas bien diseñadas. Diversas investigaciones como López, Martel y Montes (2010) reportan que el aspecto motivación también es estudiado en relación con la tecnología, encontrándose que el uso de ésta mejora el rendimiento académico de los alumnos con más riesgo de fracaso, sin embargo, en más de una ocasión los docentes no se adaptan porque el uso de tecnología implica transformar la estrategia de enseñanza.

De acuerdo con Trejo, Vázquez y Zaragoza (2010, pp. 308-309) y con base en su investigación previamente descrita, podemos concluir en este apartado que:

- Los REA están estructurados para que se pueda llevar a cabo el proceso enseñanza-aprendizaje de los conceptos matemáticos bajo el paradigma educativo de aprendizaje centrado en el alumno, soportado por el aprendizaje colaborativo.
- Los REA permiten un aprendizaje centrado en el alumno, en el cual ellos desarrollan un aprendizaje autónomo y responsable, logrando una formación integral. Los alumnos adquieren conocimientos teóricos y prácticos (aprendizaje significativo); valores como responsabilidad y respeto a las opiniones; desarrollan el pensamiento crítico y

actitudes positivas hacia el cambio. El docente adquiere el papel de facilitador durante el proceso.

- Los REA le proporcionan al alumno y docente libertad y seguridad durante y después de su aprendizaje, con lo que se permite que no solamente adquiera un aprendizaje matemático, sino también el desarrollo de actitudes, habilidades y valores.
- Los REA logran una sólida formación matemática y facilitan el aprendizaje autónomo y responsable de los alumnos.
- Los REA demostraron su efectividad al permitir un aprendizaje significativo a los alumnos.

## Uso de REA en una clase de Matemáticas: el caso de ecuaciones diferenciales

En este apartado deseamos iniciar hablando de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas a través de la modelación y del uso de tecnología variada. Desde estudios previos como Rodríguez (2013), se ha estado desarrollando un diseño de un curso de Matemáticas en el cual el componente de aplicación del conocimiento matemático a situaciones reales (modelación matemática) es de suma importancia. Para ello, el permitir que los alumnos entiendan el uso de las Matemáticas en diversos fenómenos de su realidad personal y profesional es de suma importancia. Por lo tanto, nos hemos permitido hacer uso eficiente de cierta tecnología para que el alumno comprenda y “vea” los fenómenos reales a modelar por ecuaciones.

Hemos trabajado en un curso de Ecuaciones Diferenciales en el cual la ecuación dice cómo cambia una magnitud generalmente respecto al tiempo, la solución de ésta indica cómo está cambiando cada unidad de tiempo y la gráfica de esta solución indicará de qué manera se “ve” el fenómeno. Desde estudios previos se ha reportado de manera importante la falta de visualización de los alumnos, tanto de la solución como de la ecuación. De ahí que Rodríguez (2013) ha intentado introducir REA como simuladores y/o animaciones para que el alumnado entienda ciertos conceptos. Nos gustaría recapitular algunos de ellos.

Una manera clásica que hemos utilizado es realizar una experimentación en físico y con ayuda de sensores, “ver” qué sucede con las magnitudes a estudiar, algunos de los sensores son tecnología portable como las calculadoras Texas Instruments y los sensores de voltaje, temperatura, movimiento así como interfaces gráficas diversas (Rodríguez, 2013). Sin

embargo, la mayoría del tiempo esta manipulación física por los alumnos no es posible, por lo que se sugiere hacer uso de un REA para simular, como referencia proponemos visitar el que usa la Universidad de Colorado, en Estados Unidos, propone en PhET (<https://phet.colorado.edu/es/>).



Figura 1. Pantalla principal del repositorio de simuladores PhET

Más de 90 millones de simulaciones entregadas

University of Colorado Boulder

Support PhET: **DONATE TODAY**

HTML5 SIMS

HTML5

**Simulaciones**

Nuevas Simulaciones

Física

- ▶ **Movimiento**
- Sonido & Ondas
- ▶ **Trabajo, Energía & Potencia**
- Calor & Termoeléctrica
- Fenómenos Cuánticos
- Luz & Radiación
- Electricidad, Imanes & Circuitos

Biología

**Laboratorio de Resortes y Masa**

- Resortes
- Ley de Hooke
- Conservación de Energía

**DONATE**

PhET es apoyado por

**PEARSON**

y educadores como tú.

↓ **DESCARGAR**    </> **INSERTAR**

Otras dos herramientas valiosas y de acceso abierto son de casas editoriales que permiten visualizar algunas simulaciones en clase. Mencionamos en particular el simulador de la casa Cengage, llamado DE Tools (Herramientas ED en español, [http://www.cengage.com/math/book\\_content/0495108243\\_zill/zill\\_DE/project/final/publish/tool/tool.html](http://www.cengage.com/math/book_content/0495108243_zill/zill_DE/project/final/publish/tool/tool.html)). Otras opciones útiles para este tipo de cursos, dirigidos principalmente a ingenieros, son en las que se practican de manera importante conocimientos previos valiosos y, para ellos, sugerimos hacer uso de REA como páginas web interactivas que les permiten a los alumnos practicar conocimientos base del curso de ED, como lo son cuestiones de álgebra, cálculo



diferencial e integral. La página sugerida se llama *R U ReadyforODE's?* (en inglés, *Are you ready for Ordinary Differential Equations?* y en español *¿Estás listo para las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias?*) de la universidad de Arizona en Estados Unidos. Mediante una serie de preguntas de opción múltiple, el alumno puede recordar conocimientos previos valiosos para el curso. En la figura siguiente se muestra una imagen de la página web (<http://math.arizona.edu/~dsl/rur/rurode.htm>).



Figura 2. Ejemplo de reactivos para el portal *R U ReadyforODE's?*

**RU Ready for ODEs?**

---

**Differentiation - Version B**

**Click on the button with the correct answer.**

---

**Question 1**

**If  $f(x) = \cos 2x$  then  $df/dx =$**

**A**  $(\sin 2x)/2$

**B**  $2 \sin 2x$

**No**  **C**  $-(\sin 2x)/2$

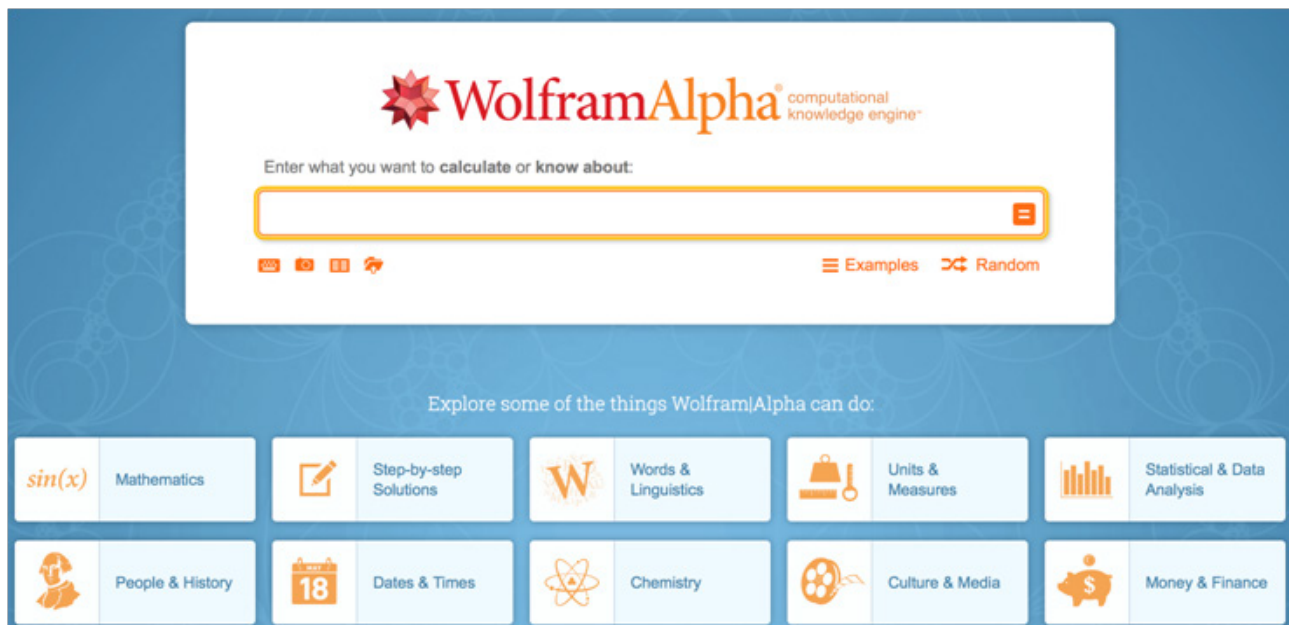
**D**  $-2 \sin 2x$



Un tercer REA abierto muy valioso es el portal WolframAlpha (<http://www.wolframalpha.com>) de la familia de Mathematica. Éste es un recurso disponible en la red que permite generar cálculos para la mayoría de los problemas de la clase. El acceso es gratuito a pesar de que los procesos internos del software suceden en un software matemático CAS que se paga, como lo es Mathematica. El alumno puede acceder a él por la Web o a través de una aplicación para dispositivos como teléfonos móviles y tabletas.



Figura 3. Ejemplo de menú para el portal abierto WolframAlpha



Un cuarto REA que se usa en la clase son los cursos en línea de la materia equivalente (<http://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-03sc-differential-equations-fall-2011>) que tiene accesibles el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), como la iniciativa Open CourseWare (OCW). En estas páginas web el alumno podrá encontrar no solamente el material PDF del curso —como las notas—, sino que tendrá acceso a todos los videos de las clases, así como las evaluaciones y, eventualmente, simuladores de apoyo para ciertos temas. También hay otros esfuerzos personales, como el del Dr. Paul Blanchard de la Universidad de Boston (<http://math.bu.edu/people/paul/MA226.html>), quien tiene un portal con material diverso que permite a los profesores de esta materia enriquecer su material del curso, no sólo con las notas del mismo, sino con módulos como exámenes, ejercicios, videos, simulaciones, etcétera.

Un último recurso, pero no por ello menos valioso, es el REA como la página de Facebook (<https://www.facebook.com/ecuacion.diferencial>) para promover la interacción entre los alumnos de los grupos que se imparten cada semestre, que permite compartir dudas e información de clase, contiene recursos como videos sugeridos en portales como Youtube, KhanAcademy, OCW, etcétera. El apoyo de este último recurso en la clase es de gran valor para permitir la colaboración entre iguales.



Figura 4. Página principal del espacio Facebook para el grupo de ED



A través del uso de REA, como los ya mencionados (simuladores libres, software matemático especializado, cursos en línea completos y redes sociales), se ha enriquecido el curso de manera importante. A continuación, nos interesa enfocarnos en el impacto de un REA en particular, como lo es un repositorio de videos tutoriales para varios temas matemáticos del curso.

La tecnología anteriormente descrita permite el diseño de tareas, donde actividades de modelación pueden ser eventualmente desarrolladas y se propicie un aprendizaje significativo de las ED en tanto objeto matemático, así como herramienta para modelar fenómenos varios. En particular nos apoyamos mucho en cierta tecnología específica para mostrar aspectos clave en la modelación de fenómenos físicos. Se está trabajando en formular un hilo conductor a través de la modelación de fenómenos y de la simulación de ellos por medio de softwares específicos. Por el momento, creemos que esta visión de pretender “acercarse” a la realidad de manera más o menos tangible (muy tangible = experimentación vs. menos tangible = simulación) sería una forma de entender esta organización diversa del uso de tecnología.

Nuestros hallazgos, principalmente en la utilización de experimentación en la clase, simulación y de los últimos trabajos sobre el uso de la construcción de simuladores y el uso de “un nuevo lenguaje gráfico” (una quinta representación) para expresar ideas matemáticas, ha sido de gran valor para el diseño de actividades en clase de matemáticas. Estos últimos muestran la ventaja que propone el uso de lenguajes a los futuros ingenieros, el tratamiento de problemas más “reales” y complejos de los que usualmente suelen tratar en clase y, sobre todo, el abordar problemas de naturaleza social y no tanto escolar.

## Uso de KhanAcademy para aprender Matemáticas

Un estudio de Rodríguez, Light y Pierson (2014) reporta la forma en que los docentes utilizan KhanAcademy como entorno de aprendizaje digital con sus estudiantes. También pone en relevancia la manera y el grado en que los estudiantes se involucran con la plataforma, así como la forma en que se comprometen por el contenido, no sólo de Matemáticas, sino que además resaltan en su estudio la forma en que cambia la dinámica de los profesores y estudiantes entre sí. Lo que se observa en las aulas estudiadas por estos autores es que KhanAcademy ofrece la oportunidad a los estudiantes de practicar más matemática al tener a disposición más ejercicios para desarrollar. Este aumento de la interacción con la matemática tuvo un impacto positivo tanto en el compromiso, como en el aprendizaje de los estudiantes.

De acuerdo con los resultados reportados por Rodríguez, Light y Pierson(2014), el uso de KhanAcademy sin lugar a dudas permite observar cambios en las prácticas y creencias de los docentes; por una parte respecto de cómo se puede enseñar matemática de la manera efectiva utilizando para ello recursos tecnológicos y, por otra, respecto de sus creencias sobre cómo aprenden los estudiantes y la capacidad que tienen para conducir sus propios procesos de aprendizaje y convertirse en aprendices activos.

El trabajo con KhanAcademy por parte de los estudiantes permite verificar de manera empírica que, si existen las condiciones técnicas y se generan los espacios en el aula para el trabajo con tecnología, los estudiantes se muestran entusiasmados y comprometidos con su aprendizaje, motivados por la posibilidad de aprender en un ambiente colaborativo, flexible, personalizado y que se ajusta a sus expectativas e intereses. Justamente, ésta es una de las características más valiosas de los recursos de KhanAcademy que deseamos explotar en este escrito.

Otra investigación interesante es la de Light y Pearson (2014a y b), en la cual mencionan cómo el portal de KA es a menudo mencionado por los diseñadores de políticas educativas, con lo que se muestran sus altas expectativas sobre el uso de los recursos del portal KA en la promoción de técnicas, como el invertir el aula (técnica de *Flippingthe classroom*). En particular, mencionan el proyecto realizado en Chile y comentan cómo en este país el portal era utilizado de tantas maneras que mejoraban las habilidades de los estudiantes en hacer más matemáticas y que permitían, por lo tanto, que fueran exitosos en esta materia.

Un estudio de Muir (2014) reporta el uso de recursos de matemáticas en línea, los cuales son utilizados por los estudiantes. El estudio pretende medir la efectividad del sitio de KA a través de la recolección de datos mediante entrevistas y encuestas. Las respuestas variaban en función de los años de estudio y aunque los resultados son limitados a un área de estudio específica y esbozan al final implicaciones prácticas para profesores y alumnos, dejan ver el potencial del reto para el papel usualmente “tradicional” del profesor. Existen otros estudios interesantes (Lindstrom, 2015) en otras disciplinas, como es el caso de una clase de Física dirigida a ingenieros, aunque no vamos a ahondar mucho al respecto, dado que el foco principal es documentar las ventajas de KA en el aprendizaje de los alumnos sobre esta material, se considera valioso tenerlo como referencia en trabajos futuros.

## Metodología

A continuación nos permitimos describir el portal de KA como instrumento para ser utilizado por los alumnos de ED.

## Descripción del portal KhanAcademy

Los recursos, principalmente videos, que permiten apoyar de manera directa el curso de ED son mostrados a continuación en tres temas principales, nos interesa el de ED de primer orden que se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Los tres temas del curso de ED tratados en KhanAcademy

**Ecuaciones diferenciales**

Ecuaciones diferenciales, ecuaciones separables, ecuaciones exactas, integrando factores, ecuaciones homogéneas.

Preguntas de la comunidad

- Ecuaciones diferenciales de primer orden**  
Ecuaciones diferenciales solo con primeras derivadas
- Ecuaciones lineales de segundo orden**  
Ecuaciones diferenciales lineales que contienen segundas derivadas
- Transformada de Laplace**  
Transformadas, en particular la transformada de Laplace. Integrales de convolución

Este período del curso corresponde al estudio del tema ED Ordinarias de Primer Orden (EDO Primer Orden), como se observa en la Figura 6.



Figura 6. Ejemplos de recursos disponibles para el tema de EDO Primer Orden

« ECUACIONES DIFERENCIALES

## Ecuaciones diferenciales de primer orden

Ecuaciones diferenciales solo con primeras derivadas

Preguntas de la comunidad

TODO EL CONTENIDO EN "ECUACIONES DIFERENCIALES DE PRIMER ORDEN"

**Introducción a las ecuaciones diferenciales**

¿En qué es diferente una ecuación diferencial de una normal? Bueno, en que la solución es una función (o una clase de funciones) y no un número. ¿Cómo te caigo ahora? (¡Esto es lo que una ecuación diferencial diría en reacción a tu sorpresa!)

- ▶ Introducción a ecuaciones diferenciales
- ▶ Encontrando una solución lineal particular de una ecuación diferencial
- ★ Introducción a ecuaciones diferenciales y a problemas de valor inicial
- ▶ Creando un campo direccional
- ▶ Campo direccional para visualizar soluciones
- ▶ Ecuación diferencial del campo direccional
- ★ Campos de pendientes

**Ecuaciones diferenciales separables**

- ▶ Introducción a ecuaciones diferenciales separables

En particular, los temas que se solicitaron ver se distribuyen de la manera siguiente.



Figura 7. Listado de recursos disponibles para el tema de ED en KA

<i>Recursos</i>	<i>Minutos</i>	<i>Segundos</i>	<i>Formato</i>
Introducción a las ED			
1	7	59	Video
2	5	58	Video
3			<b>Ejercicio</b>
4	7	1	Video
<b>Total</b>	12	117	<b>14</b>

<b>Recursos</b>	<i>Minutos</i>	<i>Segundos</i>	<i>Formato</i>
Introducción a las ED separables			
<b>1</b>	9	7	Video
<b>2</b>	5	39	Video
<b>3</b>			Ejercicio
<b>4</b>	12	16	Video
<b>5</b>	5	39	Video
<b>Total</b>	31	101	<b>33</b>

<b>Recursos</b>	<i>Minutos</i>	<i>Segundos</i>	<i>Formato</i>
Modelando con ED			
<b>1</b>	8	43	Video
<b>2</b>	5	22	Video
<b>3</b>	9	44	Video
<b>4</b>	11	39	Video
<b>Total</b>	33	148	<b>35</b>



<b>Recursos</b>	<i>Minutos</i>	<i>Segundos</i>	<i>Formato</i>
ED logística y función logística			
<b>1</b>	14	1	Video
<b>2</b>	16	26	Video
<b>3</b>	19	45	Video
<b>4</b>	15	46	Video
<b>5</b>	14	40	Video
<b>Total</b>	78	158	<b>80</b>

<b>Recursos</b>	<i>Minutos</i>	<i>Segundos</i>	<i>Formato</i>
ED Exactas y FI			
<b>1</b>	9	55	Video
<b>2</b>	10	52	Video
<b>3</b>	12	11	Video
<b>4</b>	8	2	Video
<b>5</b>	10	0	Video
<b>6</b>	10	18	Video
<b>7</b>	8	28	Video
<b>Total</b>	67	166	<b>70</b>

<b>25 Recursos</b>	<b>232</b>
--------------------	------------

Fuente: Elaboración propia.

En total, para la parte que nos interesa, el portal de KA aporta 25 recursos de valor, de los cuales 23 son videos y dos más ejercicios de práctica a resolver por los alumnos. Una vista de este tipo de ejercicios se encuentra en la Figura 8.



Figura 8. Ejemplo de un ejercicio interactivo en el portal KA

Fuente: Captura de pantalla del portal KA

## Diseño de investigación

En el semestre agosto-diciembre 2015 se monitoreó la actividad de los alumnos por un lapso de seis semanas (10 de agosto a 18 de septiembre, con motivo del parcial 1 del curso de Ecuaciones Diferenciales). La investigación está enmarcada en un estudio cualitativo que considera la percepción de los alumnos sobre esta efectividad del portal KA en su aprendizaje de una materia específica como lo es ED. Se trabajó en dos cursos en el semestre Agosto-Diciembre 2015. El grupo 1 es un grupo Honors, es decir, de un alto rendimiento académico, el promedio del grupo es mayor o igual a 90 sobre 100. En este semestre, cuenta con 21 alumnos. El segundo grupo es el 3 (grupo 3) con 22 alumnos en total. Se tomaron en cuenta dos instrumentos:

a) Los reportes generados por KA sobre el uso de los recursos por cada alumno (videos vistos, tiempo de visión). Los reportes en particular muestran tres indicadores, entre otros, los cuales consideramos en este estudio: tiempo de conexión a la plataforma, el tipo de recurso utilizado (video del tema X), así como se indica si la conexión es en tiempo “escolar” (horas hábiles) y/o fuera de este lapso.

b) Resultados de una encuesta propuesta a los alumnos acerca de la efectividad del portal y del apoyo a su aprendizaje. La encuesta es un diseño propio del profesor investigador responsable de esta propuesta la cual es validada por un par de expertos en el área.

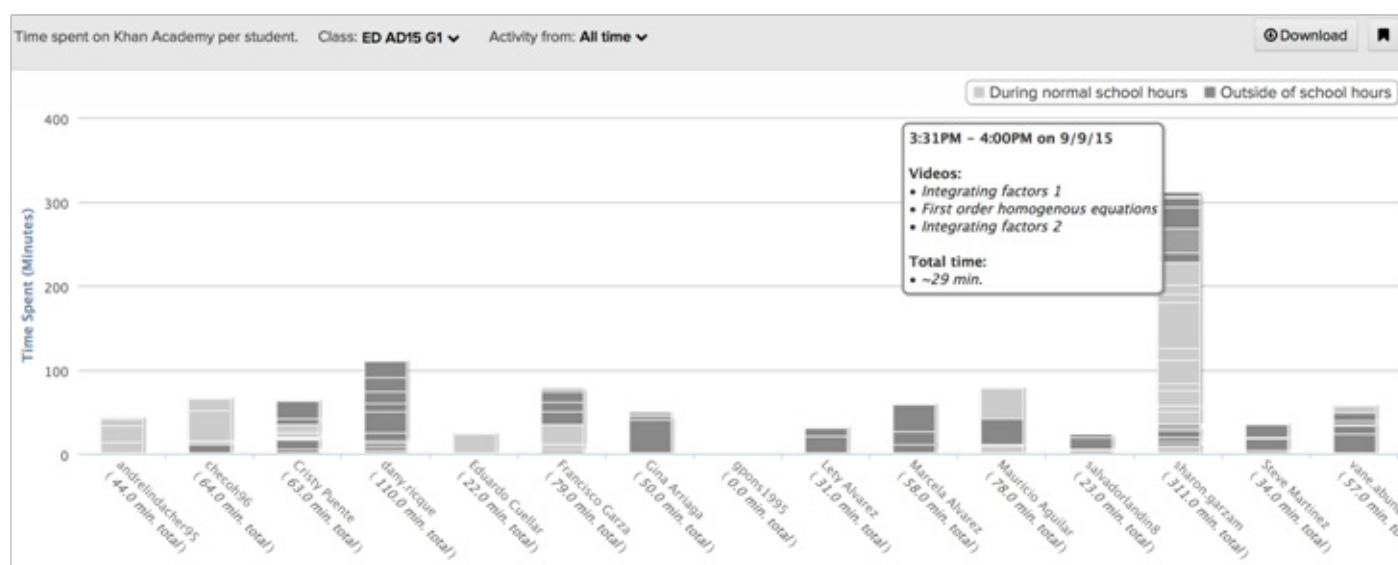
A continuación se muestran y discuten los resultados.

## Presentación y análisis de resultados

La plataforma KhanAcademy permite generar reportes de cómo se desarrolla la actividad de cada uno de los estudiantes registrados en la misma, dando detalles del tiempo (minutos) que ellos usan la plataforma, así como de si ellos los vieron dentro del horario escolar o fuera, además de los videos que vieron título a título. A continuación, una imagen de cómo KA reporta la actividad de los alumnos.



Figura 9. Reporte para un grupo de estudiantes desde el portal KA

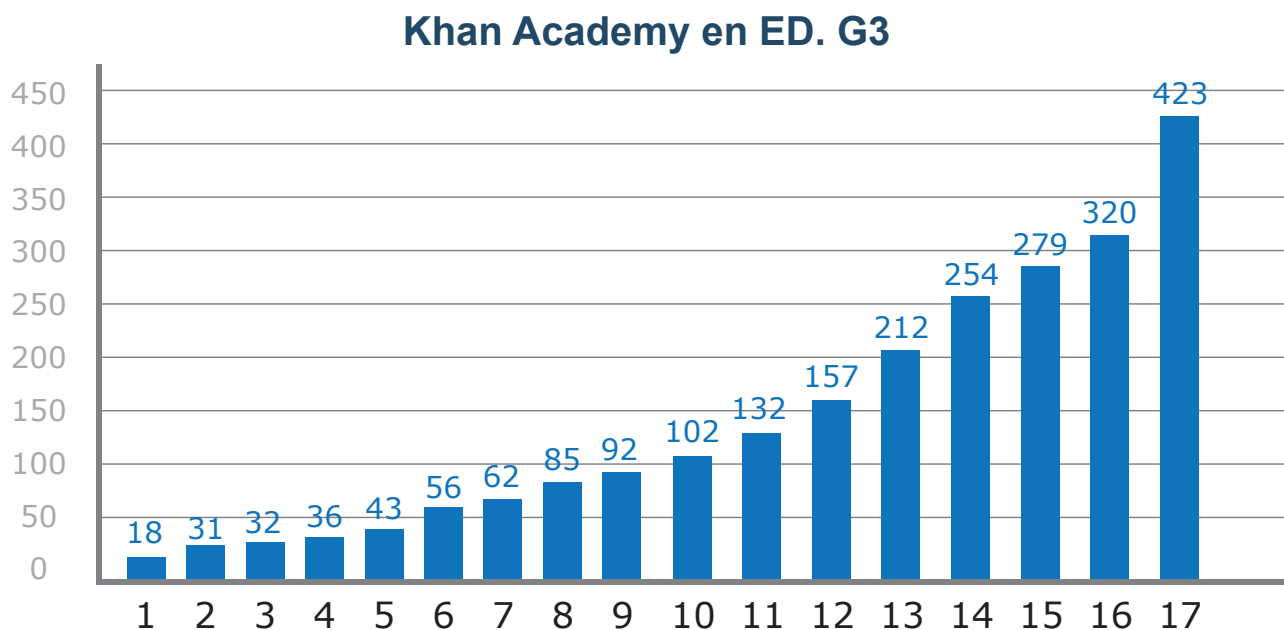


Fuente: Captura de pantalla del portal KA

Los reportes de cada grupo se muestran a continuación. Los tiempos están dados en minutos (eje vertical), en el eje horizontal se muestran los 17 alumnos que participaron en el uso de KhanAcademy.



Figura 10. Tiempo de los estudiantes para visualizar videos



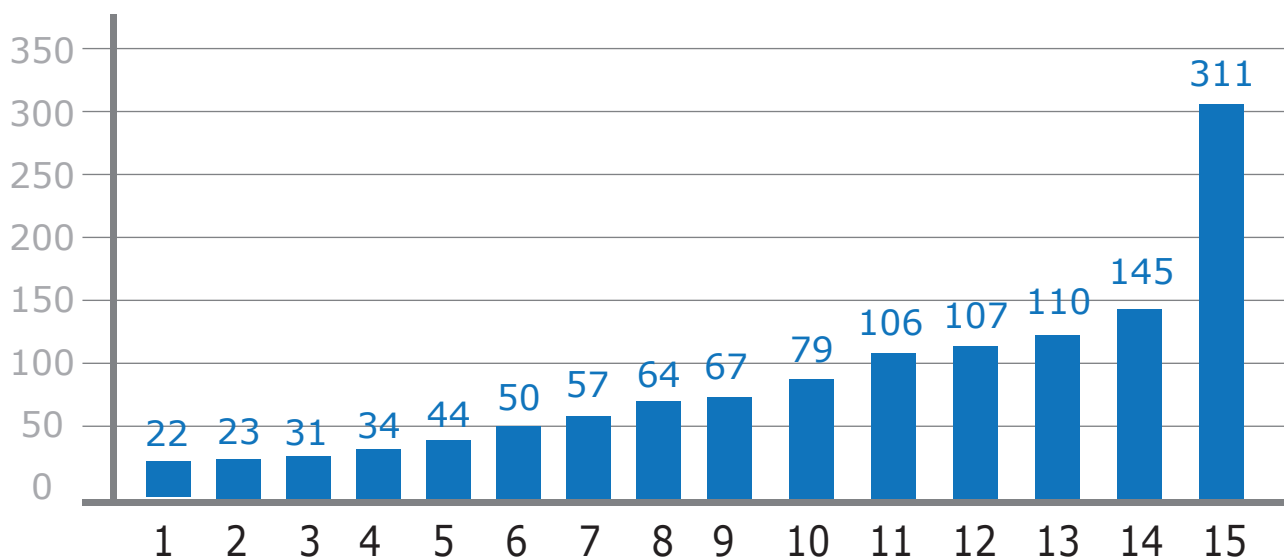
Fuente: Elaboración propia.

El promedio de uso de la plataforma es de 138 minutos. Eliminando el dato de 423 minutos, el promedio se reduce a 120 minutos en promedio por alumno. Se tuvo una participación de 17 de 21 alumnos, es decir, un 80% de participación.



Figura 11. Tiempo de los estudiantes Honors para visualizar videos

### Khan Academy en ED. G1 Honors



Fuente: Elaboración propia.

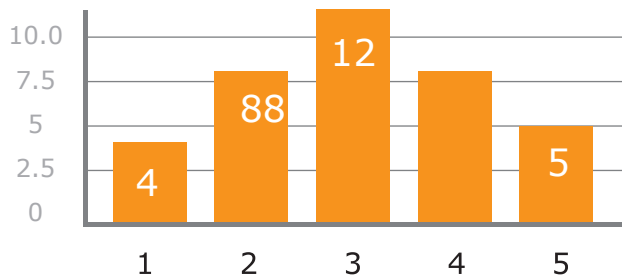
El tiempo de uso promedio de la plataforma es de 83 minutos. Se tuvo una participación de 15 de 22 alumnos, es decir, un 68% de participación. Es importante mencionar dos cuestiones. La primera es que el uso de la plataforma fue de manera voluntaria, ya que se maneja como un apoyo adicional al curso de ED. Se invita a los alumnos a hacer uso de la herramienta sin que ésta tenga un peso en la ponderación de la nota final del curso. Por otro lado, el curso Honors se caracteriza por tener a alumnos con alto aprovechamiento académico, por lo que se considera que su alto índice de participación, respecto al grupo 3, es posible explicarlo por esta razón. Un segundo instrumento que se realizó fue una encuesta a los alumnos de los dos grupos, en la cual se preguntó sobre diversas cuestiones alrededor de los recursos en el portal (videos, ejercicios en línea). Mostramos a continuación los resultados.

La encuesta se propuso a los dos grupos de ED en el semestre agosto-diciembre 2015. Ésta fue contestada por 17 personas del grupo Honors (Grupo 1) y 20 personas del grupo 2. En total, 54.1% de los estudiantes dijo no conocer el portal de KhanAcademy antes del curso. De ambos grupos, el 59.5% afirmó usar muy poco el recurso y 10.8% muy poco. Respecto a la pregunta 2, el 64.8% de los alumnos contestó que usa actualmente material de apoyo para el curso de ED (ver figura 12) mientras que el 81% consideró que le es útil los recursos en el aprendizaje de las ED (ver figura 13).



Figura 12. Respuesta de los estudiantes para pregunta 1

### ¿Qué tanto usas actualmente Khan Academy como material de apoyo para el curso de ED?



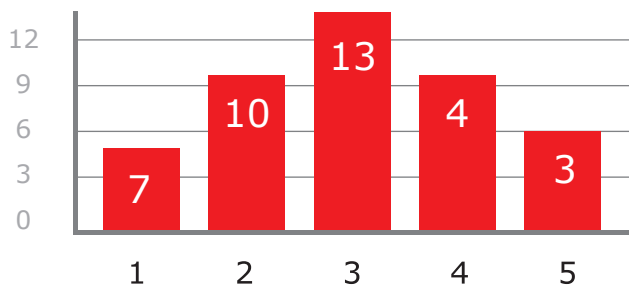
<b>Muy frecuentemente:</b>	1	4	10.8%
	2	8	21.6%
	3	12	32.4%
	4	8	21.6%
<b>Muy poco:</b>	5	5	13.5%

Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Respuesta de los estudiantes para pregunta 2

### ¿Qué tanto consideras que te ha sido útil los recursos de Khan Academy para mejorar tu aprovechamiento en ED?



<b>Muy útil:</b>	1	7	18.9%
	2	10	27.0%
	3	13	35.1%
	4	14	10.8%
<b>Poco útil:</b>	5	3	8.1%

Fuente: Elaboración propia.

Se les preguntó además qué tipo de recursos de los que el portal ofrecía generaban valor para ellos y se obtuvieron las siguientes respuestas:

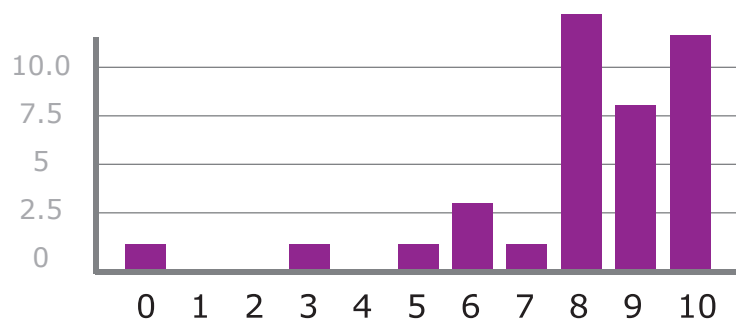
- a) Videos para demostrar algún método de resolución de ED: 89% (33 elecciones)
- b) Videos para practicar ejercicios: 83.8% (31 elecciones)
- c) Ejemplos de aplicaciones de las ED: 35.1% (13 elecciones)

Mencionamos las primeras tres de ocho opciones planteadas a los estudiantes. Se les preguntó qué calificación del 0 al 10 asignarían al recurso KA, 40.5% asignó 10 de excelente, mientras que el 45.9% restante opinó que entre 8 y 10 (buena-muy buena). Al respecto del uso de KA exclusivamente para el curso de ED, el 29.7% lo consideró excelente (10), mientras que más de la mitad (54%) contestó que era muy bueno a bueno.



Figura 14. Respuesta de los estudiantes para pregunta 3

### Asignar una calificación del 1 al 10 darías a los recursos de apoyo para el curso de ED



Pésimos:	0	1	2.7%
	1	0	0%
	2	0	0%
	3	1	2.7%
	4	0	0%
	5	1	2.7%
	6	2	5.4%
	7	1	2.7%
	8	12	32.4%
	9	8	21.6%
Excelentes:	10	11	29.7%

Fuente: Elaboración propia.



Se preguntó a los alumnos sobre las áreas de oportunidad de uso del portal KA. Algunos comentarios al respecto son la falta de sincronía de los recursos en KA con plataformas LMS como Blackboard (BB), es decir, que exista una manera de vincular los videos desde BB; los videos demasiados largos, que resultan en ocasiones tediosos para el alumno y poco interactivos (más tradicionales) y la limitante de que a pesar de la gran riqueza de videos sobre diversos temas acordes a la clase, aún faltan por desarrollarse algunos temas, sobre todo de más ejercicios, de mayor complejidad y de aplicaciones en problemas reales.

## Conclusiones

Se concluye el presente artículo comentando la utilidad que los alumnos de un curso de ED en nivel universidad perciben del portal KhanAcademy, de los recursos video que proporciona y de algunos ejercicios interactivos propuestos por el mismo portal. Aunque este artículo se centra principalmente en una clase específica de Matemáticas (el curso de Ecuaciones Diferenciales, ED) y el uso de determinados videos relacionados a un tema bien particular (EDO primer orden), se considera de gran valor el dar evidencia de la manera en que este REA permite a los alumnos de un curso de Matemáticas mejorar su aprendizaje y comprensión del concepto matemático en juego (en nuestro caso ED). En estudios futuros se pretende explorar como mejorar las áreas de oportunidad a los videos del portal como más interactividad con el usuario, mayor número de ejemplos, de nivel de reto y sobre todo de diversificar los medios de interactuar.

## Referencias

- Fernández, J. y Muñoz, J. (2007). Las TIC como herramienta educativa en Matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 9, 119-147. Recuperado de <http://www.fisem.org/paginas/union/revista.php>
- García, C., y Hinojosa, E. (2010). Los positivos y negativos en las matemáticas: Un recurso educativo de aprendizaje. En M. S. Ramírez y J. V. Burgos (Eds.). *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología 2* (pp. 206–224).
- Hitt, F. (2003). Una reflexión sobre la construcción de conceptos matemáticos en ambientes con tecnología. *Boletín de la asociación matemática venezolana*, 10(2). Recuperado de: <http://www.emis.de/journals/BAMV/>

- Ibarra, S., Bravo, M., y Grijalva, A. (2002). El papel de los registros de representación semiótica en la enseñanza del Cálculo diferencial. *Memorias de la XII Semana Regional de Investigación y Docencia en Matemáticas*. Hermosillo, Sonora. Recuperado de: <http://semana.mat.uson.mx/MemoriasXVII/XII/Ibarra%20Olmos.pdf>
- Light, D. y Pierson, E. (2014a). The use of Khan Academy in Chilean classrooms: Study of an Intel funded pilot program in Chile. *Proceedings of the IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT*, 201-203. 10.1109/ICALT.2014.65
- Light, D. y Pierson, E. (2014b). Increasing Student Engagement in Math: The Use of Khan Academy in Chilean Classrooms. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 10(2), 103-119.
- Lindstrom, C. (2015). Using Khan Academy to support students' mathematical skill development in a physics course. *Memorias del ASEE 2015*. Seattle, Portland.
- López, A., Martel, E., y Montes, G. (2010). Recursos Educativos Abiertos: ¿motivadores en el aprendizaje de las Matemáticas? En *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología 2*, 81–300.
- Macías, D. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas [Sección De los Lectores]. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(4). Recuperado de <http://www.rieoei.org>
- Mochón, S. (2000). *Modelos matemáticos para todos los niveles*. Distrito Federal, México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Muir, T. (2014). Google, Mathletics and Khan Academy: students' self-initiated use of online mathematical resources. *Mathematics Education Research Journal*, 26(4), 833-852.
- Ramírez, M. S. (2013a). Retos y perspectivas en el movimiento educativo abierto de educación a distancia : estudio diagnóstico en un proyecto SINED 1. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 10(2), 170–186.
- Ramírez, M. S. (2013b). *Producción de recursos educativos abiertos*. Recuperado de: <http://apps05.ruv.itesm.mx/portal/uvtv/video/video.jsp?folio=2692>

- Rodríguez, R. (2013). Innovation in the teaching of mathematics for Engineers through Modeling and Technology: a Mexican experience. American Society of Engineering Education (ASEE) International Forum Proceedings. Atlanta, Estados Unidos.
- Rodríguez, J., Light, D. y Pierson, E. (2014). Khan Academy en Aulas Chilenas: Innovar en la Enseñanza e Incrementar la Participación de los Estudiantes en Matemática. *Memoria de Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Recuperado de: <http://www.oei.es/congreso2014/memoriactei/540.pdf>
- Saiz, I. E., y Acuña, N. N. (2004). La inserción de las tecnologías ¿puede cambiar las prácticas matemáticas actuales?. Recuperado del Portal Educativo Educar en: <http://aportes.educ.ar/matematica/nucleo-teorico/tradiciones-de-ensenanza/>
- Trejo, E., Vázquez, S., y Zaragoza, E. (2010). La aplicación de Recursos Educativos Abiertos (REA) como herramienta educativa para mejorar el aprendizaje de las ecuaciones lineales a nivel bachillerato. En M. S. Ramírez y J. V. Burgos (Eds.). *Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología*, 301–324.

