

## Uso de massive open online course en la enseñanza de matemáticas

Abel Polivio Remache Coyago  
Universidad Central del Ecuador

Edwin Giovanni Puente Moromenacho  
Universidad Internacional del Ecuador UIDE

Gustavo Adolfo Moreno Jiménez  
Universidad SEK Ecuador

Autor para correspondencia: abelbelo@hotmail.com, epuente@internacional.edu.ec,  
gustavoadolfo90@gmail.com.

Fecha de recepción: 06 de Noviembre de 2016 - Fecha de aceptación: 10 de enero de 2017

**Resumen:** En este trabajo exploratorio se pretende determinar si una plataforma virtual de contenidos personalizados de aprendizaje ayuda a incrementar la dedicación de los estudiantes en la materia de Análisis Matemático II. Para lo cual, se recabaron datos semanales de actividad de los estudiantes tanto dentro como fuera del aula de clase por un periodo de 11 semanas, comenzando el 10 de Marzo hasta el 25 de Mayo del 2014. El alcance y objetivo de esta investigación es medir la cantidad de horas dedicadas por los estudiantes a la materia; esta información cobra valor al permitir realizar comparaciones con promedios de dedicación publicados por otros autores usando otros métodos de enseñanza, e.g. en su estudio Garmendia, Guisasola, Barragués y Zuza (2006) encuentran que para una materia con una asignación horaria de 4 horas a la semana, los estudiantes dedican un promedio de 3.28 horas de forma independiente, lo que resulta en un promedio de 7.28 horas de estudio total de la materia por semana.

**Palabras clave:** MOOC, TIC, Aprendizaje de Matemáticas, Aulas Virtuales, tiempo dedicado al estudio.

**Abstract:** In this exploratory work a research was conducted to determine whether a virtual platform with a customized learning content could help increase the dedication of the students in the field of Mathematical Analysis II. To do so, weekly student activity data was collected, both inside and outside the classroom, for a period of 11 weeks starting on March 10 until May 25 (2014). The scope and purpose of this research is to measure the number of hours spent by students on the system; this information will allow to compare with dedication's averages published by other authors, e.g. Garmendia, Guisasola, Barragués and Zuza (2006) study found that for a subject with a time allocation four hours a week, students spend an average of 3.28 hours independently, resulting in an average of 7.28 hours total study of matter per week.

**Keywords:** MOOC, TIC, Mathematics Learning, Virtual Classrooms, time devoted to the study.

### 1. Marco Teórico

Este trabajo busca implementar un nuevo método de enseñanza en la materia de Análisis Matemático II mediante el uso de las plataformas virtuales “massive open online course”

(MOOC), que permita personalizar los contenidos de aprendizaje para incrementar las horas de dedicación y el desarrollo de habilidades en los estudiantes.

El proyecto contribuirá a la implementación de TIC en la enseñanza superior, específicamente de herramientas que permitan una enseñanza más personalizada, y en el cual el estudiante tenga un rol más activo sobre su proceso aprendizaje.

### **1.1. Las TIC en la Educación**

El cambio en las organizaciones según distintos autores se da en varias etapas, Fullan & Stiegelbauer (1991); Havelock y Zlotolow (1995); Fullan y Smith (1999) y otros mencionan tres partes fundamentales: movilización, implantación, e institucionalización. Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la universidad latinoamericana se encuentran en la segunda etapa “implantación”, ya que se encuentra preparada para el cambio, pero en su mayoría solo han comenzado la introducción de la tecnología, sin llegar aun a la institucionalización de las mismas. Es por esto que autores como Salinas afirman que “las instituciones de educación superior deben flexibilizarse y desarrollar vías de integración de las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de formación” (2004).

El uso de TIC en la educación en forma reciente se ha incrementado de manera notable. Es así que estudios en Estados Unidos muestran que las tasas de crecimiento del enrollamiento a cursos en línea ha crecido en forma muy superior a toda la educación superior y dicho crecimiento no muestra signos de desacelerarse (Allen, I. E., & Seaman, J. 2008).

Según varios estudios las TIC proveen ventajas sobre métodos tradicionales de enseñanza, e.g. Bates, menciona que se puede acceder a aprendizaje de calidad en cualquier lugar y momento; los materiales multimedia de aprendizaje pueden ser más eficaces que métodos tradicionales; y las tecnologías bien diseñadas pueden ayudar a desarrollar habilidades más elevadas como el pensamiento crítico. Entre otras ventajas (2001).

En esta misma línea González, & Sánchez afirman que “tienen el potencial educativo importante y su valor no es solo de motivación sino que a través del juego se puede aprender a aprender, se pueden desarrollar destrezas, habilidades, estrategias y relaciones interpersonales” (2002), y basan su afirmación en el “Informe Harward” donde Estallo dice que “parece razonable asumir que el videojuego no contribuye al desarrollo de conductas desviadas entre sus usuarios, de hecho puede ayudar a jóvenes y adolescentes en su proceso de desarrollo” (1995).

Adicionalmente, en un recientemente estudio dirigido en la el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) dirigido por Colvin, Kimberly F., John Champaign, Alwina Liu, Qian Zhou, Colin Fredericks, and David E. Pritchard y publicado en *International Review of Research in Open and Distance Learning* (2014)., se resaltan algunas conclusiones muy importantes respecto a los massive open online courses (MOOC). Pritchard dice que “la cantidad de aprendizaje es de alguna manera mayor que en las clases tradicionales” (traducido por el autor). Y aún más sorprendente, se resalta que estudiantes que se encontraban menos preparados aprendieron tanto como sus contrapartes más preparadas según mostraban los exámenes previos y posteriores al curso en línea.

La conclusión del estudio mencionado arriba puede derivarse de lo que Vygotsky (1964) considera como la capacidad del sujeto activo de construir su propio aprendizaje, como es expuesto por Quintero, Munévar & Munévar (2008) en su estudio donde proponen que la teoría sociocultural de Vygotsky es aplicable a los ambientes virtuales de aprendizaje.

Finalmente, autores como Sallan mencionan que “la mayor aportación de las TIC se traduce en la posibilidad que dan de trabajar colaborativamente con otras personas e instituciones, así como su facilidad de uso y su flexibilidad” (2004).

## **1.2. Plataforma Virtual Khan Academy**

La plataforma virtual Khan Academy es definida por su autor Salma Khan como “una organización sin fines de lucro con el objetivo de mejorar la educación. Proporcionamos educación gratuita de primer nivel para cualquier persona en cualquier lugar del mundo.” (2014).

Básicamente, es una plataforma que incluye contenidos en diferentes materias como Física, Matemática, Química, Programación, entre otras. Los videos explicativos y las dinámicas y ejercicios de aprendizaje han sido realizados por un equipo de programadores y asesores especializados en cada tema, por lo que presenta grandes ventajas sobre plataformas virtuales en las que el docente es quien crea los contenidos.

Se seleccionó dicha plataforma virtual por presentar las siguientes ventajas:

- Gratuidad.
- Alta disponibilidad
- Tecnología de punta
- Apoyo Internacional
- Desarrollo permanente
- Múltiples herramientas para el análisis de rendimiento de estudiantes y desarrollo de habilidades
- Independencia de la Institución Educativa
- Enseñanza uno a uno

Especialmente, la enseñanza uno a uno a través de videos que pueden ser vistos, pausados y retrocedidos; se tomó como un factor fundamental en la elección de la plataforma ya que varios autores han resaltado las grandes ventajas de este tipo de enseñanza, e.g. Benjamin Bloom en un estudio conducido tan temprano como 1984 mostro que aquellos estudiantes que reciben una educación personalizada, uno a uno, se desempeñan dos desviaciones estándar mejor que aquellos estudiantes que se mantienen en clases normales (1984).

Otro punto importante en la selección de la plataforma fue la gratuidad, y las herramientas de análisis de dedicación y desarrollo de habilidades por parte de los estudiantes. Estas herramientas permitieron mantener un control de los datos del estudio, ya que los tiempos de dedicación no son obtenidos a través de encuestas a los alumnos, sino de forma automática por el sistema lo que da mayor validez a los resultados.

## 2. Metodología

El proyecto se basa en un método de investigación observacional exploratorio, en el cual se estudia el uso de una plataforma virtual “Khan Academy”, sus contenidos y aprendizaje personalizado; para incrementar la cantidad de horas de dedicación al estudio de la materia de Análisis Matemático II.

Se presentan datos cuantitativos del número de horas dedicadas, por cada alumno, al estudio de la materia Análisis Matemático II, tanto dentro y fuera del aula de clase; así mismo, se presenta información adicional de las habilidades matemáticas desarrolladas durante el estudio.

El procedimiento que se usó durante este proyecto es:

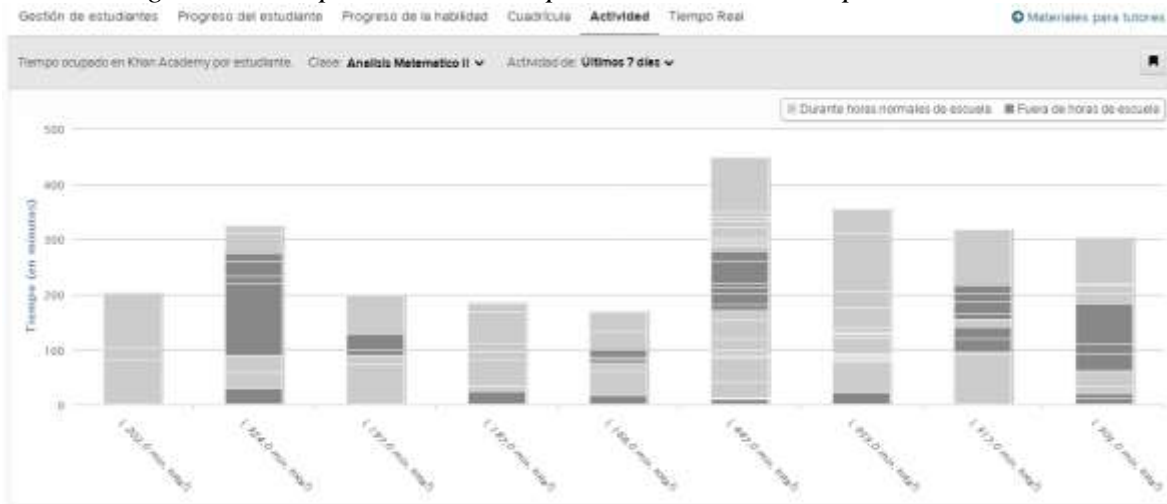
- Creación de cuenta tutor, cuenta para el docente investigador que recoge los datos
- Creación de clase Análisis Matemático II (docente investigador), esta cuenta permite la recolección de datos de dedicación por el docente investigador, como puede observarse en la Figura 1.
- Creación de cuenta tutor, cuenta para el docente que dicta la asignatura.
- Creación de clase Análisis Matemático II (docente tutor), esta cuenta permite al docente de la materia personalizar el contenido de los estudiantes y hacer un seguimiento de su progreso.
- Creación de cuentas de estudiantes.
- Inscripción de las dos clases virtuales de Análisis Matemático II (Investigador y tutor).
- Recolección de datos semanales durante 11 semanas:
  - o Trabajo en clase semanal en la plataforma virtual por parte de los estudiantes.
  - o Asignación de trabajo individual por parte del docente tutor.
  - o Trabajo en casa individual en la plataforma virtual por parte de los estudiantes
  - o Recolección de datos de dedicación semanal por parte del docente investigador, como puede observarse en las Figuras 2, 3.
- Procesamiento de datos. Las imágenes adquiridas del sistema fueron tabuladas en una hoja de cálculo para su análisis.

Figura 1. Clase de Análisis Matemático usando Khan Academy.



Nota. Tomado de la plataforma Khan Academy. Los nombres de los alumnos fueron removidos para proteger su identidad.

*Figura 2. Tiempo de dedicación por alumno durante la primera semana.*



Nota. Tomado de la plataforma Khan Academy. Los nombres de los alumnos fueron removidos para proteger su identidad.

Se puede observar el tiempo de dedicación en clase, gris claro, y el trabajo individual de cada alumno.

La semana número 9, del 5 de mayo de 2014 al 11 de mayo de 2014, no es considerada dentro del estudio ya que dicha semana fue dedicada a actividades fuera de la ciudad por lo que no se realizaron estudios en la plataforma virtual.

### 2.1. Actividades del Proyecto

En la tabla 1 se puede observar la descripción de actividades, objetivos, resultados esperados en cada una de las etapas del proyecto.

*Tabla 1. Actividades*

Actividad	Objetivo específico a lograr	Resultados esperados
Inscripción de Profesores		
Creación de Aula Virtual		
Inscripción de Estudiantes		
Informe semanal de dedicación por estudiante	Medir la cantidad de horas de dedicación de los estudiantes	Dedicación de cada estudiante
Actividades de verificación de	Verificar la adquisición de	Verificar habilidades adquiridas por el

Habilidades	habilidades matemáticas	estudiante
Informe de verificación de Habilidades	Verificar la adquisición de habilidades matemáticas	Verificar habilidades adquiridas por el estudiante
Procesamiento y análisis de datos recopilados	Medir la cantidad de horas de dedicación de los estudiantes	Dedicación de cada estudiante
	Verificar la adquisición de habilidades matemáticas	

### 3. Resultados

El trabajo en clase realizado por los alumnos en la plataforma durante el periodo de 11 semanas se observa en la tabla 2.

*Tabla 2. Trabajo en Clase Realizado por los Alumnos*

Sem.	Al. 1	Al. 2	Al. 3	Al. 4	Al. 5	Al. 6	Al. 7	Al. 8	Al. 9
	Clase	Clase	Clase	Clase	Clase	Clase	Clase	Clase	Clase
1	101	90	83	62	61	243	184	114	83
2	166	156	171	161	50	178	293	203	180
3	127	154	68	125	96	196	165	132	158
4	167	21	104	45	2	56	51	94	40
5	197	136	40	93	0	45	90	152	107
6	150	38	12	85	0	46	50	107	47
7	169	64	38	97	99	125	140	153	54
8	165	101	47	82	114	42	218	135	113
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	94	50	45	62	123	72	73	81	60
11	66	63	0	48	0	0	33	55	27

Nota. Sem. = Semana de Trabajo; Al. = Alumno; Clase = Trabajo en Clase Realizado por el Alumno

El trabajo realizado por los alumnos de forma autónoma en la plataforma puede observarse en la tabla 3.

*Tabla 3. Trabajo Autónomo Realizado por los Alumnos*

Sem.	Al. 1	Al. 2	Al. 3	Al. 4	Al. 5	Al. 6	Al. 7	Al. 8	Al. 9
	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto	Auto
1	0	10	26	23	171	106	22	103	137
2	48	79	66	27	51	53	94	41	30
3	69	30	60	56	8	135	112	36	35
4	144	41	89	134	74	139	78	376	51
5	22	34	51	62	0	19	71	6	31
6	10	39	85	2	0	37	79	0	21
7	68	50	88	34	37	35	22	17	49
8	25	61	27	33	160	25	21	42	137
9	3	34	0	5	121	11	0	0	17
10	296	27	23	26	215	131	151	270	52
11	0	0	0	30	0	0	19	18	20

Nota. Sem. = Semana de Trabajo; Al. = Alumno; Auto = Trabajo Autónomo Realizado por el Alumno

Finalmente, los valores totales dedicados al estudio en la plataforma virtual se pueden apreciar en la tabla 4.

Dentro de los cálculos estadísticos se eliminó los valores correspondientes a la semana 9 ya que en dicha semana se realizaron actividades fuera de la ciudad lo que distorsiono el tiempo de estudio de los alumnos.

El tiempo total dedicado en la plataforma en clase fue de 8683 horas; el tiempo total dedicado en la plataforma de forma autónoma fue de 5532 horas; y el tiempo total dedicado en la plataforma fue de 14215 horas.

*Tabla 4. Trabajo Total Realizado por los Alumnos*

Sem.	Al. 1	Al. 2	Al. 3	Al. 4	Al. 5	Al. 6	Al. 7	Al. 8	Al. 9
	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
1	101	100	109	85	232	349	206	217	220
2	214	235	237	188	101	231	387	244	210
3	196	184	128	181	104	331	36	168	193
4	311	62	193	179	76	195	129	470	91
5	219	170	91	155	0	64	161	158	138
6	160	77	97	87	0	83	129	107	68
7	237	114	126	131	136	160	162	170	103
8	190	162	74	115	274	67	239	177	250
9	3	34	0	5	121	11	0	0	17
10	390	77	68	88	338	203	224	351	112
11	66	63	0	78	0	0	52	73	47

Nota. Sem. = Semana de Trabajo; Al. = Alumno

Se calculó el promedio por semana de las 10 semanas, eliminando la semana 9, usando la Ecuación 1, como puede ser observado en la tabla 5

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \tag{1}$$

Así mismo, se calculó la desviación estándar usando la Ecuación 2.

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \tag{2}$$



*Tabla 5. Análisis Estadístico*

Sem.	Clase			Autónomo			Total		
	Total	Promedio	$\sigma$	Total	Promedio	$\sigma$	Total	Promedio	$\sigma$
1	1021	113,44	60,95	598	66,44	63,16	1619	179,89	87,76
2	1558	173,11	62,24	489	54,33	22,05	2047	227,44	74,10
3	1221	135,67	38,23	541	60,11	40,67	1762	195,78	85,12
4	580	64,44	49,96	1126	125,11	101,41	1706	189,56	130,43
5	860	95,56	61,29	296	32,89	24,36	1156	128,44	65,87
6	535	59,44	47,15	273	30,33	32,83	808	89,78	44,12
7	939	104,33	45,95	400	44,44	22,40	1339	148,78	40,06
8	1017	113,00	55,58	531	59,00	52,48	1548	172,00	75,25
10	660	73,33	77,78	1191	132,33	124,15	1851	205,67	199,49
11	292	32,44	49,57	87	9,67	169,25	379	42,11	215,59

Nota. Sem. = Semana de Trabajo;  $\sigma$  = Desviación Estándar

Usando la desviación estándar y la media de estudio, tabla 5, se construyeron gráficos de trabajo semanal en clase, como se ejemplifica en la figura 4, y del trabajo autónomo, figura 5. Dichos gráficos fueron realizados para cada semana de clases permitiendo visualizar el comportamiento de los distintos estudiantes y sus hábitos de trabajo autónomo y en clase en relación al tiempo (semanas del semestre).

*Figura 4. Semana 1 Trabajo en Clase*

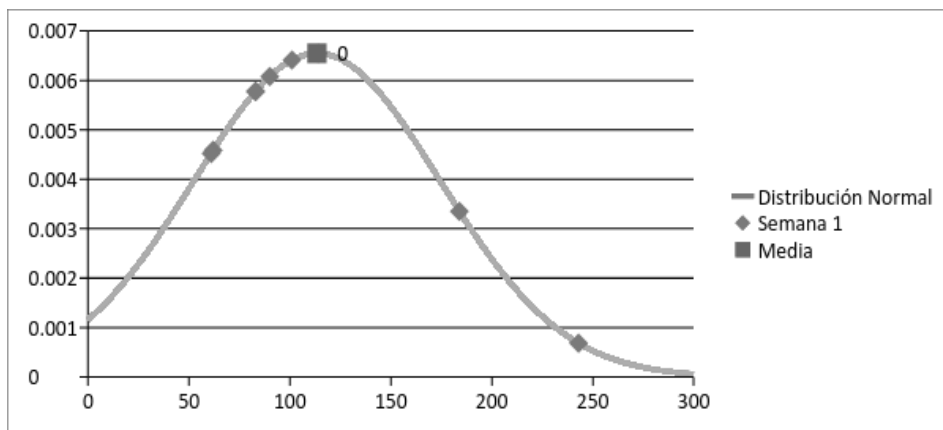
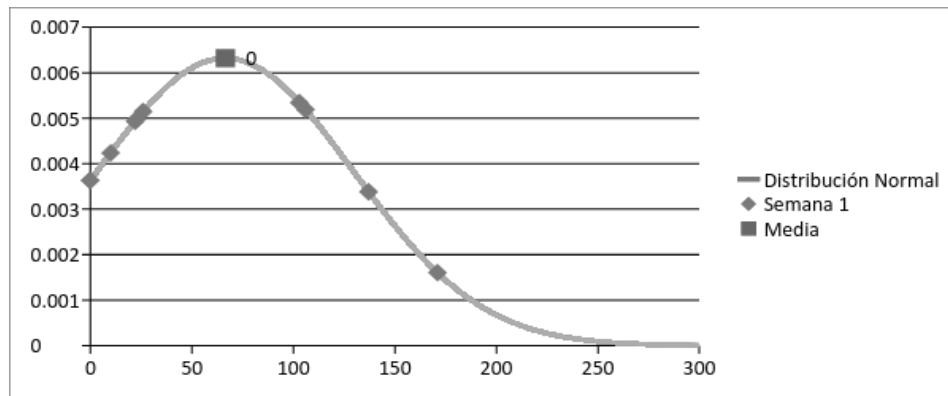


Figura 5. Semana 1 Trabajo en Autónomo



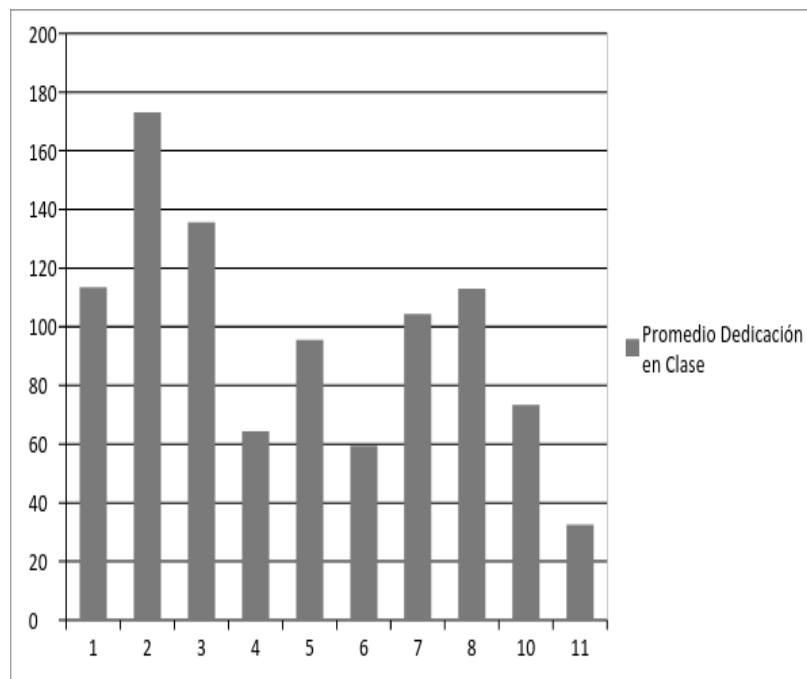
Del análisis grafico se puede observar cambios constantes en la media y la curva de distribución normal, en la sección de discusión se realizará un análisis detallado de estos cambios.

## 4. Discusión

### 4.1. Conclusiones

De los datos recabados se puede observar que el tiempo dedicado al estudio de la clase Análisis Matemático II durante las 11 semanas es muy variable, la media de dedicación en clase cambia desde un máximo de 173.11 a un mínimo de 32.44 en minutos, en el Figura 24 puede observarse dicha variación.

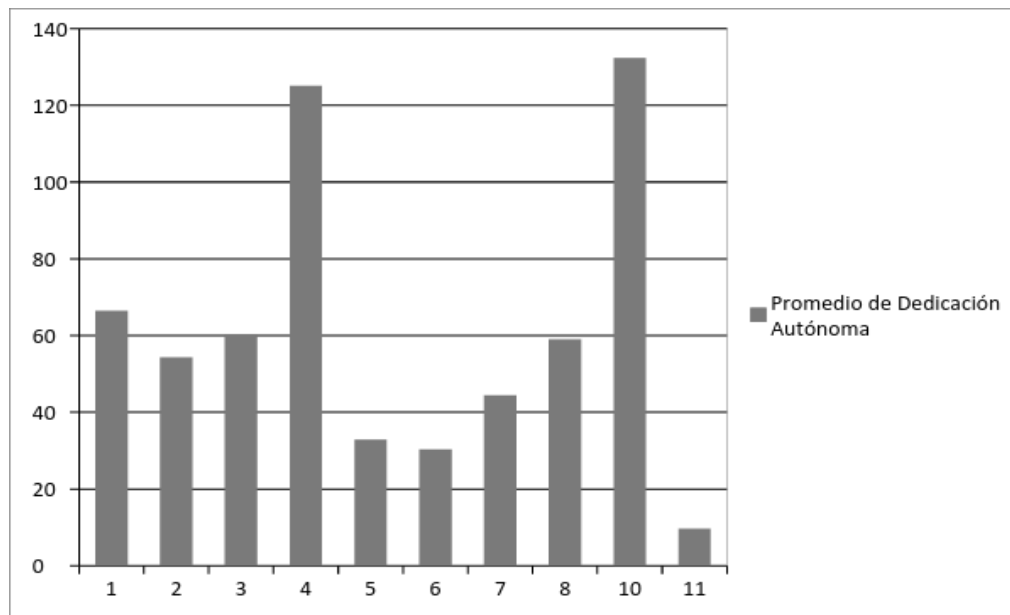
Figura 6. Promedio de Dedicación en Clase



Y la dedicación en autónoma cambia desde un máximo de 132.33 a un mínimo de 9.67 en minutos, en el Figura 25 puede observarse dicha variación.

Se asocia esta alta volatilidad al sistema de educación basado en exámenes parciales ya que se muestra un claro incremento de la cantidad de dedicación alrededor de las semanas de exámenes. Así, las semanas 5 (7 al 11 de Abril) y 11 (19 al 23 de Mayo) representan semanas de examen, y se puede apreciar claramente un incremento del trabajo autónomo en las semanas 4 y 10.

*Figura 7. Promedio de Dedicación Autónoma*



A su vez, se nota una disminución del uso de la plataforma durante las clases en dichas semanas, esto se debe principalmente a un refuerzo de los conocimientos llevado a cabo por el docente en forma de clase magistral antes de los exámenes.

A partir de estas observaciones se recomienda cambiar el sistema de evaluación de uno en el cual se encuentran claramente marcadas las fechas de los exámenes, como es actualmente, a un sistema en el cual se realice una evaluación continua donde cada día el estudiante debe ser evaluado. Con este nuevo sistema se esperaría una dedicación continua de los estudiantes en la cual los conocimientos se refuerzan día a día y no son memorizados con la exclusiva finalidad de aprobar un examen.

Por otro lado, se observa una gran diferencia en la dedicación de unos estudiantes respecto a otros, esto se refleja en desviaciones estándar muy grandes, e.g. en las semanas 1, 2 y 5 se tienen desviaciones estándar mayores a 60 minutos para el trabajo en clase y en las semanas 4 y 10 se tienen desviaciones estándar mayores a 100 minutos para el trabajo autónomo. De esta información se analiza que algunos estudiantes no dedican la cantidad de horas necesarias para el aprendizaje de las materias. Según Lavigne (2003) asignación de créditos debe ser llevada a cabo

según el “Trabajo Relativo Del Estudiante” y Garmendia, Guisasola, Barragués, & Zuza, establecen que “El trabajo de un alumno medio para superar un curso debe oscilar entre 1500 y 1800 horas” y más adelante establecen que “Estudios estadísticos [...] consideran que por cada hora de teoría, el alumno necesita 1.5 horas de trabajo, y por cada hora de prácticas, 0.75” (2013).

De lo anterior se establece que los alumnos de la asignatura Análisis Matemático II con una carga horaria en clase de 4 horas a la semana y un semestre de 16 semanas debieron dedicar 64 horas de estudio en clase a dicha materia y según la ponderación de 1.5, mencionada anteriormente, debieron dedicar 96 horas de estudio autónomo, sumando un total de 160 horas. De la información obtenida durante las 10 semanas de estudio se tiene que: tiempo total dedicado a la plataforma es 14215 minutos para 9 alumnos obteniendo un promedio de 1579.44 minutos o 26,32 horas durante las 10 semanas; lo que extrapolando a 16 semanas da un resultado de 42.11 horas que representan solo una cuarta parte del tiempo que debería dedicarse a dicha asignatura.

De esta segunda observación se recomienda realizar un estudio que permita establecer las causas de la baja dedicación de los estudiantes ya que esta puede ser la principal causa de bajos resultados académicos. Además, se debe analizar la posibilidad de cambiar el esquema actual de formación y evaluación realizando nuevos estudios.

Finalmente, no se debe considerar a esta investigación como totalmente concluyente ya que algunas de las dificultades en el análisis están dadas por el pequeño tamaño de la muestra y el corto periodo de tiempo del estudio, se recomienda ampliar ambas características en futuros estudios para tener mejores resultados.

## 5. Referencias

- Alfageme González, B., & Sánchez, P. (2002). Aprendiendo habilidades con videojuegos.
- Allen, I. E., & Seaman, J. (2008). Staying the Course: Online Education in the United States, 2008.
- Sloan Consortium. PO Box 1238, Newburyport, MA 01950.
- Antequera, A. T. (2013). Khan Academy: Una Experiencia de Aula en Secundaria. Numeros Revista de Didactica de las Matematicas, 199-209.
- Bates, A. W. (2001). Como gestionar el cambio tecnológico. Barcelona: Gedisa.
- Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. Educational researcher, 4-16.
- Cabañas, J. (17 de 06 de 2013). La plataforma Khan Academy para la enseñanza de las matemáticas en 1º de la ESO. Recuperado el 17 de 01 de 2014, de Re-Unir Repositorio Digital: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/1806>

- Colvin, K. F., Champaign, J., Liu, A., Zhou, Q., Fredericks, C., & Pritchard, D. E. (2014). Learning in an introductory physics MOOC: All cohorts learn equally, including an on-campus class. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 15(4).
- Corzo, J. Q., Molina, R. A. M., & Quintero, F. I. M. (2008). El diálogo sinérgico entre disciplinas: Informática Educativa y Didáctica de las Ciencias. *El Hombre y la Máquina*, (30), 8-17.
- De Lavigne, R. (2003). Créditos ECTS y métodos para su asignación. Informe técnico disponible en <http://www.uc3m.es/uc3m/gral/IG/NOR/UNIV/lavigne.pdf>(Consultado: 27-6-2007).
- Estallo, J. A. (1995). *Los videojuegos: Juicios y prejuicios:[Guía para padres]*. Planeta.
- Fullan, M., & Smith, G. (1999). *Technology and the problem of change*. Retrieved July, 15, 2004.
- Fullan, M. (1991). with Stiegelbauer, S.(1991). *The new meaning of educational change*. London: Cassell.
- Garmendia, M., Guisasola, J., Barragués, J. I., & Zuza, K. (2013). ¿ Cuánto tiempo dedican los estudiantes al estudio de asignaturas básicas de 1º de ingeniería?. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*.
- Havelock, R. G., & Zlotolow, S. (1995). *The change agent's guide*. Educational Technology.
- Hernandez, C. A. (30 de 11 de 2011). Khan Academy.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 1(1), 3.
- Sallán, J. G., & Bris, M. M. (2004). Las instituciones educativas en la encrucijada de los nuevos tiempos: retos, necesidades, principios y actuaciones. *Tendencias pedagógicas*, (9), 21-44.
- Khan, S. (2014). Khan academy.
- Pozo, R., Parés, N., & Vidal, Y. (2013). Uso del vídeo (pencast) para el aprendizaje de matemáticas: La experiencia en la UPC. *Actas de las X Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*, (págs. 990-997). Madrid.
- Vygotsky, L.S. (1964). *Lenguaje y pensamiento*. Buenos Aires: Ed Lautaro.