

Learning Analytics: Sistemas inteligentes de ayuda a la decisión para entornos de aprendizaje

Análisis de la navegación en un entorno virtual de aprendizaje de estudiantes de ingeniería

Gilles Lavigne¹, Genoveva Gutiérrez Ruiz², Lewis McAnally-Salas³ y Javier Organista Sandoval⁴

1. Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México | lavignegilles@gmail.com

2. Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México | psicologa_gutierrez@hotmail.com

3. Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México | mcanally@uabc.edu.mx

4. Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México | javor@uabc.edu.mx

Fecha de presentación: abril de 2014

Fecha de aceptación: septiembre de 2014

Fecha de publicación: julio de 2015

Cita recomendada

Lavigne, G., Gutiérrez, G., McAnally-Salas, L. y Organista, J. S. (2015). Análisis de la navegación en un entorno virtual de aprendizaje de estudiantes de ingeniería. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 12(3). págs. 113-128. doi <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i3.2162>

Resumen

La inclusión de las tecnologías de la información y comunicación en los distintos niveles educativos ha impactado los procesos de enseñanza-aprendizaje y se han convertido en herramientas que brindan soporte a los entornos educativos, convirtiéndose así en tecnología educativa. Los entornos virtuales de aprendizaje son ampliamente utilizados, ofreciendo ventajas tanto a estudiantes como a instructores. Las distintas plataformas incluyen diversos módulos de actividad, dentro de los cuales se construyen comunidades colaborativas de aprendizaje, intercambio de archivos, manejo de calificaciones, estadísticas de uso de la plataforma en donde se alojan los registros de navegación. Dichos registros dan cuenta del uso diario que se le da a la plataforma. La información que de ello resulta genera un panorama acerca de las características y preferencias de navegación en línea por parte de los usuarios. Por medio del análisis de los registros es posible extraer información relevante que puede ayudar a entender los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro de los entornos virtuales de aprendizaje. En la presente investigación se analizaron los registros de navegación de estudiantes dentro de un curso de una facultad de ingeniería. El objetivo de este proyecto fue el de analizar las características de navegación de los estudiantes a través de la identificación, caracterización y síntesis de la forma en la que interactúan con la plataforma. Se infiere, derivado de los resultados, que los estudiantes aplican estrategias diferentes de aprendizaje y que siguen trayectorias de navegación individualizadas.

Palabras clave

registros de navegación, minería de datos educativa, tecnología educativa, entornos virtuales de aprendizaje, Moodle

Log Analysis in a Virtual Learning Environment for Engineering Students

Abstract

The use of information and communication technologies (ICTs) at different educational levels has impacted the teaching-learning process. ICTs have effectively become tools that support educational environments and, hence, have become educational technology. Virtual learning environments (VLEs) are widely used, offering advantages to both students and instructors. Different platforms include various activity modules, within which collaborative learning communities are built, file sharing and grade handling are facilitated, and navigation log statistics are provided. These logs shed light on the daily use of the platform. The resulting information creates an overview of users' online navigation characteristics and preferences. Through the analysis of these navigation logs, relevant information can be extracted that may help in understanding the teaching-learning processes within VLEs. In this study, the navigation logs of students enrolled in a course offered at a School of Engineering were analyzed. The objective of this project was to analyze the characteristics of the students' navigation by identifying, summarizing and characterizing the way in which they interact with the platform. Based on the results, it is inferred that students apply different learning strategies and follow individualized navigation paths.

Keywords

logs, educational technology, educational data mining, virtual learning environment, Moodle

Introducción

La educación se ha visto re-moldeada con la aparición de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), así como por la rápida incorporación de internet a los procesos educativos. Los cambios se han presentado en los distintos niveles educativos afectando a todos los involucrados, estudiantes y docentes, incluso a las mismas instituciones. La implementación del uso de plataformas virtuales de aprendizaje se ha expandido y está presente en una parte considerable de las prácticas educativas (Lavigne, Backhoff-Escudero y Organista-Sandoval, 2008; Backhoff-Escudero, Lavigne, Organista-Sandoval y Aguirre-Muñoz, 2007; Concannon, Flynn y Campbell, 2005).

Dentro de las posibilidades de investigación se encuentran como nuevo objeto los registros de navegación *logs*¹ que se generan automáticamente al utilizar este tipo de recursos tecnológicos. En el presente trabajo se busca entender de qué manera dicha tecnología es utilizada por estudiantes. Este tipo de investigación puede mejorar el uso de las herramientas pedagógicas, tomando en cuenta el diseño pedagógico como lo subrayan Rochefort y Richmond (2011). Hershkovitz y Nachmias (2008) mencionan que monitorear la motivación del estudiante por medio del análisis de los registros de navegación permite al instructor interferir cuando sea necesario, teniendo como objetivo incrementar la eficiencia del proceso de aprendizaje.

Antecedentes

En el uso diario de la plataforma se genera valiosa información acerca de las características y preferencias de navegación en línea por parte de los usuarios. La información registra en bitácoras de navegación el comportamiento de los usuarios del sitio web en donde está localizada la plataforma, eso independientemente de la voluntad que tengan estos usuarios para aportar dicha información (Martínez, Mateo y Albert, 2004). Sin embargo el análisis de estos datos se enfrenta a varios problemas, incluyendo los técnicos, como el tamaño de la muestra, la organización y posterior manejo de las bases de datos.

Este tipo de análisis se llama *minería de datos*, y cuando se aplica al campo de la educación, *minería de datos educacional (educational data mining)* (Baker y Yacef, 2009). Los sistemas de administración de cursos en línea como Moodle o Blackboard tienen sus propios programas para registrar los ingresos al sistema y las actividades realizadas en el espacio virtual por parte de cada usuario.

De acuerdo con Hardy, Bates, Antonioletti y Seed (2005), el análisis de registros de actividad ha sido eficaz para cuestionar ciertos aspectos del aprendizaje en línea, pero en algunos casos se pone de manifiesto que la implantación de ambientes virtuales de aprendizaje no da los resultados esperados (Buelens, Roosels, Wils y Van Rentergem, 2002).

Algunos autores (Feng y Heffernan, 2005, 2007) sugieren que el análisis de los registros puede ser útil en la construcción de sistemas de ayuda para el aprendizaje, o como señalan Bisson, Bronner, Gordon, Nicaud y Renaudie (2003), para identificar lagunas cognitivas en estudiantes o dificultades de adaptación a los ambientes en línea. Según Hoskins y Van Hooff (2005), poco se conoce acerca del impacto sobre el logro académico del estudiante en cursos disponibles vía internet. Dringus y Ellis (2005) buscaron cuál era la estructura de navegación de los estu-

1. Moodle utiliza la palabra *registros* para referirse a los ficheros logs.

tes detrás de los textos agregados en foros para conocer su participación. Dönmez, Rosé, Stegmann, Weinberger y Fischer (2005) realizaron un análisis multidimensional del aprendizaje colaborativo a través el tratamiento lingüístico del contenido de foros, eso para desarrollar una tecnología de análisis automática. Este tipo de análisis permitió también revelar las operaciones de grupos de trabajo colaborativo (Perera, Kay, Koprinska, Yacef y Zaiane, 2009).

En la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), los estudiantes han sido sujetos de investigación vía los registros de navegación de varios cursos en Moodle. Organista-Sandoval, Lavigne y McAnally-Salas (2008) analizaron la actividad en línea de estudiantes y su relación con el aprendizaje de estadística. Los estudiantes se clasificaron en cuatro conglomerados, de los cuales dos tuvieron gran actividad en línea y presentaron también una tendencia a mejores calificaciones. También se han realizado análisis en relación a los estilos de aprendizaje (Díaz, 2010), así como con el aprendizaje colaborativo (Vasconcelos, 2011).

La pedagogía contemporánea a la base del aprendizaje en línea requiere que se centre en el estudiante toda la concepción del material pedagógico. Además, el proceso de enseñanza-aprendizaje híbrido necesita nuevos enfoques de docencia, como el uso de un diseño instruccional basado en las características resultantes de la navegación de los estudiantes en espacios virtuales de aprendizaje, para lograr una didáctica más flexible. Pero faltan conocimientos sobre los comportamientos de los estudiantes en los ámbitos virtuales. Entonces, el presente proyecto, de carácter preliminar, explora en qué medida, a partir del uso de la plataforma Moodle, se pueden identificar estrategias de aprendizaje susceptibles de influir en el desempeño académico de los estudiantes.

Método

En la presente investigación, transversal y descriptiva-exploratoria, se utilizaron técnicas cuantitativas para analizar alrededor de 15.000 registros de navegación de la plataforma Moodle.²

Participantes

La investigación se hizo con el análisis de los registros de 33 estudiantes inscritos en el curso de 16 semanas «Métodos numéricos de la ingeniería en informática», de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño de la UABC. Conforme a la información existente solo se pudo deducir el género de los participantes: 3 mujeres y 30 hombres. El curso se impartió de manera mixta –en forma presencial y en forma virtual–, pero las clases presenciales se realizaron en un laboratorio de cómputo donde todos los estudiantes estaban conectados con el curso, bajo la supervisión del instructor, realizando tareas en línea.

Contexto del estudio

De las opciones posibles a utilizar dentro de Moodle, el instructor incluyó las siguientes actividades virtuales:

2. Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment, por sus siglas en inglés; de código abierto, con 41.364.118 usuarios registrados, en 214 regiones, disponible en 78 idiomas. Consulta realizada en 2011, <http://moodle.org/stats>.

- Foros. No eran de carácter obligatorio pero repercutían en un 10 % en la calificación final; los foros tenían una función evaluativa, ofreciendo la oportunidad a los estudiantes de presentar evidencia de su desempeño, eso con el fin de retroalimentar y evaluar lo aprendido.
- Todas las lecturas sugeridas para el curso se encontraban dentro de la plataforma o en algún otro sitio virtual; las lecturas no eran todas de carácter obligatorio y no había penalización alguna al no realizarlas.
- Los cuestionarios y tareas, todas de carácter obligatorio y entregadas de manera virtual dentro de la plataforma, tenían fecha límite de entrega, existiendo una penalización si se entregaban tardíamente.
- La retroalimentación de cada tarea se entregó dentro de la plataforma; la calificación final la daba el instructor.

Recolección de datos

Para la recolección de los datos se extrajeron los registros de navegación de la plataforma Moodle ofrecidos a manera de informes, accediendo a los registros del servidor, seleccionando el curso, y dentro del curso todos los alumnos y todas las actividades realizadas. Los datos obtenidos se exportaron a Excel y se generó una base de datos. También se extrajeron las calificaciones finales de los alumnos, exclusivamente de las actividades realizadas dentro de la plataforma.

Variables

Los datos extraídos se transformaron posteriormente en las variables genéricas, las recuperadas directamente de Moodle y las derivadas; las nombradas derivadas se infirieron a partir de las primeras. Como la plataforma ofrece 7 tipos de recursos y 22 tipos de actividades, más módulos a medida, los recursos se almacenaron en una sola categoría, *Recursos*, y las actividades se reorganizaron en tres categorías –*Tareas, Usuarios, Foros*– más la Página principal.

Las variables utilizadas son las siguientes:

- **Fecha de conexión.** Se obtuvo al identificar la fecha en la que el alumno ingresó a la plataforma, mes y día.
- **Hora de conexión.** Se obtuvo al identificar la hora exacta (hora, minutos y segundos) en la que el alumno solicitó el acceso. Al nivel del análisis se dividieron en cinco periodos, a saber: 1 a 5:59:59 am, 6 a 10:59:59 pm, 11 am a 3:59:59 pm, 4 a 8:59:59 pm y 9 pm a 12:59:59 am.
- **Acción realizada en la plataforma.** Se obtuvo al identificar el módulo al que el alumno ingresó, página principal, foros, recursos, tareas, usuario.
- **Dirección IP.** Se obtuvo al identificar la dirección IP desde la cual el alumno ingresó a la plataforma; se dividieron en dos categorías: las identificadas pertenecientes a la UABC y las no pertenecientes a la UABC.
- **Calificación final.** Se obtuvo al identificar la calificación que el profesor otorgó a cada alumno por las actividades realizadas dentro de la plataforma.
- **Número total de clics.**³ Se obtuvo al contabilizar el número de veces que el alumno solicitó el acceso a alguna página y/o módulo dentro de ella.

3. Se utilizará la palabra *clic* como equivalente al acrónimo inglés *HITS* (Hypertext Induced Topic Selection), algoritmo diseñado por Jon Kleinberg para valorar la importancia de una página web mediante el análisis de sus enlaces.

- **Número total de conexiones.** Se obtuvo al identificar el número de veces que el alumno ingresó a Moodle.
- **Duración promedio por clic.** Se obtuvo dividiendo la suma del tiempo total de conexión por el número total de clics.
- **Duración promedio por conexión.** Se obtuvo dividiendo la suma del tiempo total de conexión por el número total de conexiones.
- **Total de clics por estudiante en cada uno de los módulos o actividades.** Se obtuvo al identificar el nombre del usuario dentro de los módulos de actividad y contabilizar el número de clics.
- **Intervalo de conexión.** Se obtuvo al identificar la hora en la que el alumno ingresó a la plataforma, así como su egreso de ella.

Herramientas de análisis

Para realizar el análisis se utilizó Excel y el paquete estadístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS), tanto de manera descriptiva como inferencial. El análisis por conglomerados, de acuerdo con Pérez y Santín (2006), consistió en partir una o más veces el conjunto de estudiantes con base en características específicas; se utilizó el método aglomerativo-divisivo.

Con el programa Organization Risk Analyzer (ORA) de valoración dinámica meta-red⁴ se pudieron identificar trayectorias a partir de la base de datos conformada en Excel específicamente para su utilización en ORA. Como el uso de esta herramienta en relación con este tipo de investigación es innovador, se tomó una muestra y se analizaron y graficaron las trayectorias de 10 estudiantes, pero en este artículo se presenta un solo caso como ejemplo.

Procedimiento

Primeramente se extrajeron los registros de navegación por estudiante y se exportaron a Excel; se depuraron los datos removiendo la información que no fuera relevante. Se realizó el análisis estadístico con SPSS. Posterior a este análisis se elaboraron las trayectorias de navegación con ayuda del programa de aplicación ORA.

Cabe recordar que Moodle no identifica los accesos por sí mismos. Fue necesario identificarlos a partir de la fecha, la duración promedio de los clics, el URL y el tipo de página anterior y posterior a lo que parece una nueva conexión, y ordenarlos de manera cronológica. De la misma manera, fue necesario ajustar el formato de hora para que fuera posible visualizar los segundos.

4. Analizador de riesgo organizacional, herramienta de análisis desarrollada por el Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems (CASOS) en la Carnegie Mellon University.

Resultados

Características de navegación

Por medio de las características de navegación se muestran los descriptivos de las variables principales. El formato de tiempo se expresa según sea el caso en: días (dd), horas (hh), minutos (mm) y segundos (ss).

Se puede observar el total de las conexiones a lo largo del curso, que fue de 997, con una desviación estándar de 27,63, y la totalidad de clics de 15.779, con una media de 478,15 y una desviación estándar de 176,83, lo que subraya grandes diferencias entre los estudiantes. La media por clic es de 1 minuto y 34 segundos, el mínimo de 41 segundos y el máximo, de 2 minutos y 32 segundos.

Tabla 1. Descriptivos de las variables principales

<i>Variables</i>	<i>Total</i>	μ	σ	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Conexiones	997	30,21			
Clics	15.779	478,15	176,83	284	1.187
Duración de conexión	16:20:35:23 (dd:hh:mm:ss)	12:15:37 (hh:mm:ss)	4:34:42 (hh:mm:ss)	3:48:42 (hh:mm:ss)	21:11:55 (hh:mm:ss)
Promedio clic (mm:ss)	51:50	01:34	00:27	00:41	02:32

Los estudiantes invirtieron como grupo un total de 16 días, 20 horas, 35 minutos y 23 segundos, un promedio de 12 horas, 15 minutos y 37 segundos por estudiante. En la tabla 2 se muestran los módulos en los que se agruparon todas las actividades disponibles. Las tareas presentan una totalidad de clics de 7.314, mientras que los cuatro módulos restantes en conjunto presentan una totalidad de 8.458 clics. Se debe señalar que la *Página principal* denota la página de entrada al curso, y también el regreso a esta página de las trayectorias en bucle como la costumbre del *Back-space*.

Tabla 2. Descriptivos por módulos de actividad

<i>Módulos</i>	<i>Total de clics</i>	μ	σ	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Tareas	7.314	221,64	60,02	138	447
Recursos	2.485	75,30	31,57	21	188
Foros	2.516	76,24	37,82	20	210
Página principal	2.870	86,97	56,61	37	285
Usuario	587	17,79	23,11	1	136

En la tabla 3 se muestran los descriptivos de los horarios en los que los estudiantes accedieron al curso. Por un lado, los periodos nocturnales de 21-24 a 1-5 horas representan el 42,89 % del total de conexiones; las que ocurrieron en un horario de 16 a 20 horas, representando el 49,95 %, corresponden al laboratorio presencial.

Tabla 3. Descriptivos por horario de conexión

Horario	Total de conexiones	%	μ	σ	Mínimo	Máximo
1-5 h	260	24,78	7,88	11,621	0	54
6-10 h	44	4,19	1,33	1,88	0	8
11-15 h	28	2,66	0,85	1,34	0	5
16-20 h	524	49,95	15,88	8,46	9	47
21-24 h	190	18,11	5,76	9,41	0	51

En la siguiente tabla se muestran los descriptivos agrupados por mes y los clics, así como el tiempo promedio de clic y de conexión. Se observan dos picos de actividad, en septiembre y en noviembre, pero la duración de un clic baja de manera constante.

Tabla 4. Descriptivos agrupados por mes

Mes	Clics			Duración hh:mm:ss		Duración dd:hh:mm
	Total	μ	σ	Promedio de clic	Promedio de conexión	Total de conexiones
Agosto	3.135	95	47,7	00:02:17	03:28:03	04:18:25
Septiembre	4.665	141,3	63,0	00:01:39	04:11:30	05:18:19
Octubre	3.538	107,2	66,6	00:01:21	02:27:17	03:09:00
Noviembre	4.215	127,7	64,2	00:00:53	02:03:37	02:19:59

Se observa la distribución de la duración promedio por clic en cada mes. Se presenta un decremento constante en el tiempo promedio de clic, lo que significa una navegación muy rápida, como mejor aprovechamiento del tiempo; así mismo, la duración total de las conexiones por mes, en donde se puede notar un repunte en el segundo mes, pero también un decremento constante.

Análisis por conglomerados

Tomando en cuenta el tamaño de las desviaciones estándares de algunas variables, surgió la idea de que existen grupos dentro de los estudiantes. El tratamiento de los datos recabados se realizó por medio de análisis de conglomerados con el método de K-medias, perteneciente a los métodos no-jerárquicos (Pérez y Santín, 2006).

En la tabla 5 se observa el análisis ANOVA, en donde se encuentran los valores *F* para las principales variables, así como el nivel de significancia, que fue menor de ,05 para las cuatro variables.

Tabla 5. Resultado del análisis ANOVA

<i>Variables principales</i>	<i>Conglomerado</i>		<i>Error</i>		<i>F</i>	<i>Sig.</i>
	<i>Media cuadrática</i>	<i>df</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>df</i>		
Total clics	169625,7	1	26806,4	31	6,328	,017
Total de conexiones	3440,313	1	677,2	31	5,080	,031
Duración de conexión (en segundos)	6,115E9	1	8,320E7	31	73,496	,000
Promedio clic (en segundos)	12294,789	1	391,7	31	31,382	,000

En la tabla 6 se observan los descriptivos por grupo. Para el grupo 2, la diferencia en el total de clics es de menos 2.843 clics en comparación al grupo 1. El total de conexiones es, para el grupo 1, de 682 y para el segundo de 315 conexiones, el doble. La calificación final promedio correspondiente exclusivamente a la realización de las actividades dentro del curso virtual fue de 99,6 para el grupo 1 y de 98 para el grupo 2, es decir, casi las mismas calificaciones promedio.

Tabla 6. Características por grupo

<i>Características descriptivas de los grupos</i>	<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>
Total de casos	17	16
Total de clics	9.311	6.468
Duración promedio de clic (mm:ss)	01:53	01:15
Total de conexiones	682	315
Promedio de conexiones	40	20
Duración promedio de conexión (mm:ss)	32:49	27:04
Duración promedio de conexión por curso (hh:mm:ss)	15:55:43	08:21:45
Calificación promedio	99,6	98

En la tabla 7 es posible observar, derivado de la prueba F-Levene, que se asume la igualdad de varianzas, ya que se obtuvo un valor de ,000; por lo tanto, se toman en consideración los valores para *t-student* observada de 2,929, con un nivel de significancia de ,006.

Tabla 7. Contraste *t-student* para muestras independientes

<i>Calificación final</i>	<i>Prueba de Levene para igualdad de varianzas</i>		<i>Prueba t para igualdad de medias</i>				
	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig. bilateral</i>	<i>Dif. de la media</i>	<i>Dif. error estándar</i>
Igualdad de varianzas asumida	16,176	,000	2,929	31	,006	1,51651	,51776
Igualdad de varianzas no asumida	-	-	2,854	17,606	,011	1,51651	,53140

Estos resultados subrayan sin duda la existencia de dos grupos.

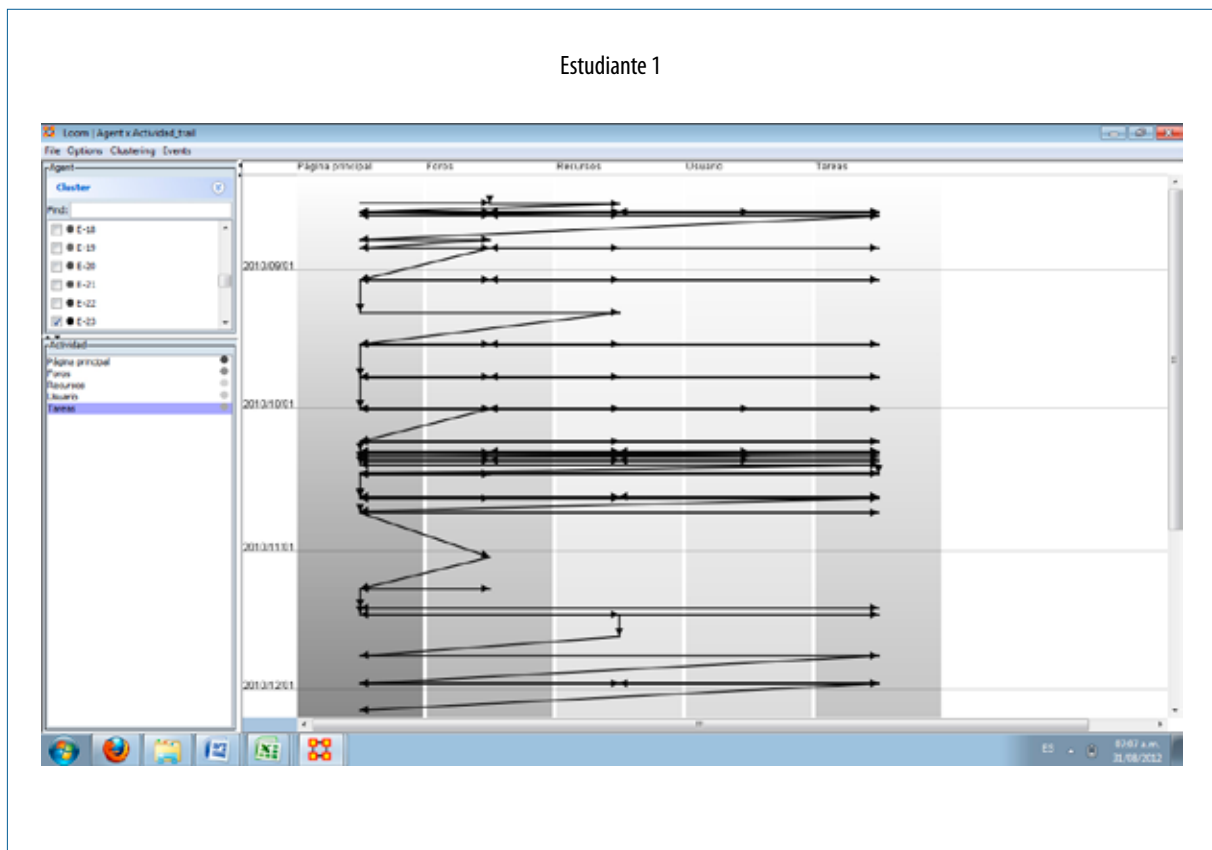
Trayectorias de navegación

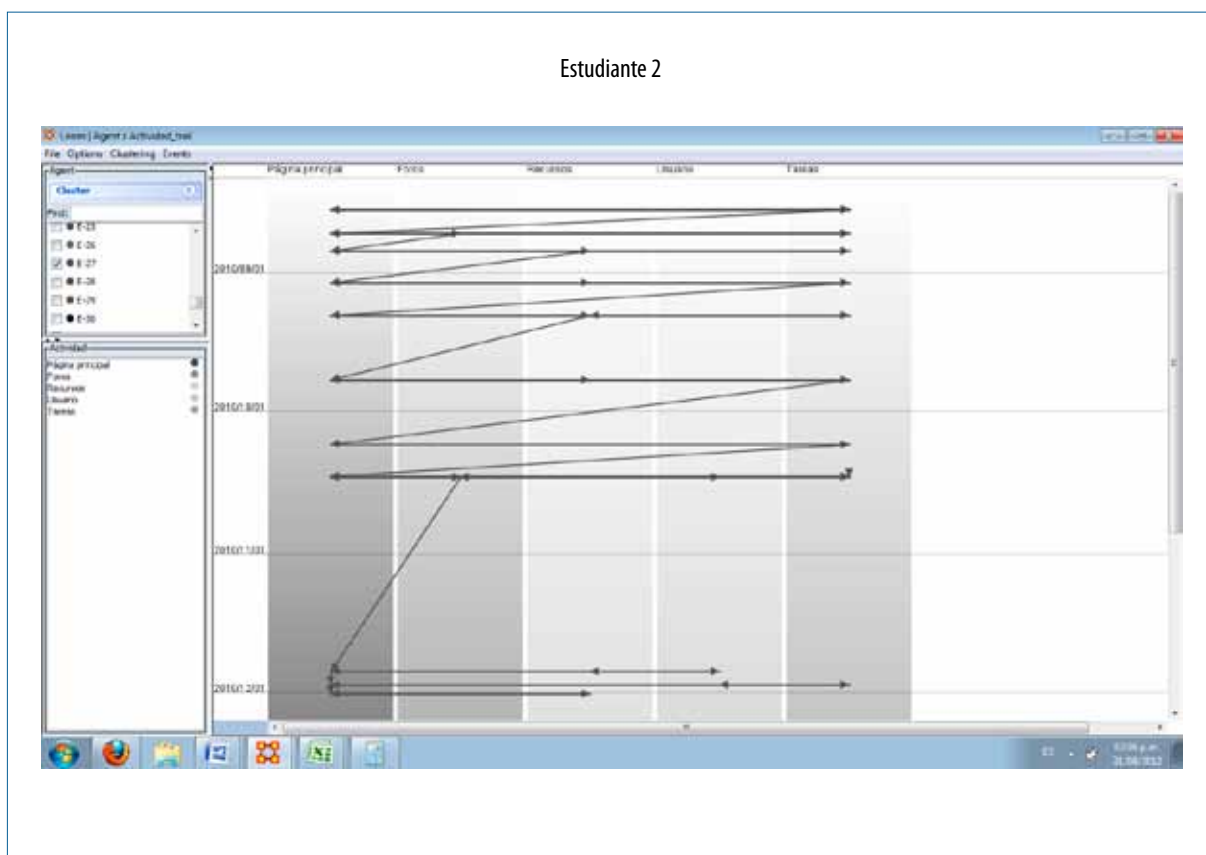
Las trayectorias de navegación que dan cuenta del camino que el estudiante recorre al utilizar las distintas opciones de las que dispone dentro de la plataforma se pueden inferir al identificar los accesos dentro de cada conexión. A la fecha, no se encontraron programas informáticos para analizar las trayectorias de los estudiantes; fue necesario analizarlas a mano, por lo tanto se presentan solamente los resultados de dos estudiantes, uno de cada grupo.

En el concentrado de los accesos de los dos estudiantes, se nota de inmediato diferencias de navegación importantes. El estudiante 1 contó con 34 conexiones, participó mucho más en los foros y consultó los recursos pedagógicos ofertados más veces en comparación al estudiante 2, quien contó con 12 conexiones y concentró su atención en la realización de las tareas, tanto al inicio del curso como al fin. El primero obtuvo una calificación de 100, el segundo de 94,7.

En la siguiente figura se observan las trayectorias seguidas por los dos estudiantes a lo largo del curso. La mayor actividad la presentó el estudiante 1. De los 308 clics presentados por este estudiante a lo largo de su participación dentro del curso, 205 fueron realizados en el módulo de tareas, en comparación con 232 para estudiante 2, lo que significa que el estudiante 2 dedicó 66,5 % de su tiempo en línea para realizar las actividades de aprendizaje, y el primero 44,8 %.

Figura 1. Trayectorias de los dos estudiantes analizados, conformadas por los accesos realizados durante el curso dentro de cada módulo, divididos por mes





Los estudiantes pertenecientes al grupo 1, caracterizados por presentar la mayor actividad (en accesos y tiempo) dentro de la plataforma, obtuvieron el promedio mayor, 99,6, a diferencia del grupo 2, conformado por los estudiantes que presentaron menor actividad y un promedio de 98,0. Entonces, cada uno con una estrategia de aprendizaje casi en oposición: calificación máxima no importa el tiempo en línea, grupo 1, menos tiempo en línea para una calificación óptima, recordando que la diferencia entre los 2 promedios, a pesar de ser pequeña, es estadísticamente significativa.

Discusión

Se ponen de manifiesto elementos clave de los procesos de enseñanza y aprendizaje, virtual o no (Coll, 2004). En los accesos dentro de los distintos módulos, como los de tareas y recursos, que incluían cuestionarios y lecturas. Se presentaron alrededor de 9.700 clics, de los 15.779 clics presentados en todo el curso. Por otro lado, se reconoce la importancia de los procesos de socialización (Ávila y Bosco, 2001) y de comunicación (Barajas, 2002); esto se hace presente por medio de los 2.500 accesos dentro del módulo de foros. Coincidiendo con Boneu (2007), los estudiantes tuvieron la opción de hacer uso de la plataforma a cualquier hora del día o de la noche y desde cualquier ubicación.

Al encontrar diversas formas de navegar dentro del entorno virtual de aprendizaje, queda evidenciado el carácter de potencialidad al que hace referencia Díaz (2010). Si bien la plataforma virtual brinda el mismo abanico de posibilidades para todos los usuarios, el resultado de su uso es inherente a cada uno de ellos, independientemente de

la estructura de la plataforma o de la intención del diseño que el instructor implemente. Utilizando la información al momento que se genera para retroalimentar al instructor, los registros de navegación pueden repercutir de forma positiva en la práctica docente orientando a los instructores en su desempeño, ayudándolos a elegir la instrucción a emplear para obtener los mejores resultados académicos.

¿Siguen los estudiantes las rutas de aprendizaje establecidas por los profesores? Sí, a manera de sugerencia, ya que de los registros analizados se infiere que hacen uso de los recursos de manera más independiente. ¿Aplican los estudiantes algo similar al libre albedrío en el manejo de sus trayectorias en los ambientes virtuales de aprendizaje? Efectivamente, los estudiantes deciden de qué manera acceden a la plataforma y de qué manera se desplazan al interior de ella, esto es, dentro de los límites de diseño de ella.

Resultan de este análisis preliminar algunas observaciones que podrían convertirse en conocimientos con la multiplicación de este tipo de investigación. De acuerdo con Lavigne, Organista y McAnally (2008) y Lavigne, McAnally-Salas, Organista-Sandoval, Díaz-López y Vasconcelos-Ovando (2011), aparece como un estándar que la duración de un clic va disminuyendo con el tiempo y que tiene un promedio de más o menos 1 minuto. Esta observación genera preguntas: ¿qué pueden hacer los estudiantes en un minuto? ¿Cómo pueden los maestros diseñar actividades con esta condición?

Fue posible identificar a partir de algunas características de navegación dos grupos de estudiantes, cada uno con estrategias de aprendizaje muy diferentes al nivel de uso de las posibilidades de navegación ofertadas, pero con éxito casi similar. Se debe subrayar que estos dos grupos tienen patrones de trayectorias muy distintos, los cuales resultan de estrategias de aprendizaje elegidas por sus diferencias de consumo de tiempo en el espacio virtual, pero con una calificación también tan alta que la del otro grupo. Este componente, también presente en Lavigne *et al.* (2008), debería dar luz a otras investigaciones, ya que podrían definir líneas de flexibilidad en el diseño instruccional.

Al ser una temática emergente, las herramientas y técnicas de las que se dispone para el tratamiento de los datos no son por el momento las más convenientes. Podrían realizarse incluso estudios comparativos en donde las muestras provinieran de estudiantes que contaran con perfiles y habilidades tecnológicas diferentes. Además, análisis cualitativos podrían aclarar comportamientos hasta el momento no explorados y, por lo tanto, desconocidos.

Referencias

- Ávila, P. y Bosco, M. (2001). Ambientes virtuales de aprendizaje una nueva experiencia. 20th International Council for Open and Distance Education (Alemania). Recuperado de http://investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/c37ambientes.pdf
- Backhoff-Escudero, E., Lavigne, G., Organista-Sandoval, J. y Aguirre-Muñoz, L. C. (2007). Modelo mixto de educación digital-presencial: Una alternativa para el posgrado en México (17-33). En M. G. Cárdenas López, A. Vite Sierra y L. Villanueva (eds.), *Ambientes virtuales para la educación y para la rehabilitación psicológica*. México D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Baker, R. S. y Yacef, K. (2009). The State Of Educational Data Mining In 2009: A Review And Future Visions. *JEDM- Journal of Educational Data Mining*, 1(1), 3-17. Recuperado de <http://www.educationaldatamining.org/JEDM/index.php/JEDM/article/view/8/2>

- Barajas, M. (2002). Restructuring Higher Education Institutions in Europe: The case of virtual learning environments. *Interactive Educational Multimedia* 5, 1-28. Recuperado de <http://greav.ub.edu/der/index.php/der/article/view/52/140>
- Bisson, G., Bronner, A., Gordon, M. B., Nicaud J. F. y Renaudie, D. (2003, abril). Analyse statistique de comportements d'élèves en algèbre. En C. Desmoulins, P. Marquet y D. Bouhineau (eds.). *Actes de la conférence EIAH 2003 (Proceedings of the EIAH 2003 Conference)* (Estrasburgo, Francia). Recuperado de archiveeiah.univ-lemans.fr/EIAH2003/Infactes/ActesEiahCom.pdf
- Boneu, J. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(1), 36-47. doi: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v4i1.298>
- Buelens, H., Roosels, W., Wils, A. y Rentergem L. v. (2002, septiembre). One year e-learning at the K.U. Leuven, an Examination of Log-Files. Artículo presentado en la Conferencia Europea: *The New Educational Benefits of ICT in Higher Education*. Róterdam, Países Bajos. Recuperado de https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/287540/1/Buelens_2002_One_year_E-learning.pdf
- Coll, C. (2004). Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas. *Sinética* 25, 1-24. <http://www.virtualeduca.org/ifdve/pdf/cesar-coll-separata.pdf>
- Concannon, F., Flynn, A. y Campbell, M. (2005). What campus-based students think about the quality and benefits of e-learning. *British Journal of Educational Technology*, 36(3), 501-512. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2005.00482.x>
- Díaz, K. (2010). *Exploración de la relación entre estilos de aprendizaje y navegación en un curso en línea de la Maestría en Ciencias Educativas de la UABC*. Tesis de maestría. Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo. Ensenada, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California. Recuperado de <http://iide.ens.uabc.mx/blogs/mce/files/2010/10/TESIS-KARLA-MA-DIAZ-LOPEZ.pdf>
- Dönmez, P., Rosé, C., Stegmann, K., Weinberger, A. y Fischer, F. (2005). *Supporting CSCL with automatic corpus analysis technology*. Proceedings of the International Conference of Computer Support for Collaborative Learning (CSCL 2005), 125-134. doi: <http://dx.doi.org/10.3115/1149293.1149310>
- Dringus, L. P. y Ellis, T. (2005). Using data mining as a strategy for assessing asynchronous discussion forums. *Computer and Education Journal*, 45, 141-160. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2004.05.003>
- Feng, M. y Heffernan, N. T. (2005). Informing Teachers Live about Student Learning: Reporting in the Assistentment System. *Technology, Instruction, Cognition, and Learning Journal*, 3, 1-14. Recuperado de http://web.cs.wpi.edu/~mfeng/pub/TICL_preview.pdf
- Feng, M. y Heffernan, N. T. (2007, abril). Assessing Students. Performance Longitudinally: Item Difficulty Parameter vs. Skill Learning Tracking. Artículo presentado en *Annual Meeting of National Council of Measurement on Educational (NCME 2007)* (Chicago). Recuperado de http://web.cs.wpi.edu/~mfeng/pub/NCME_final_version.pdf
- Hardy, J., Bates, S., Antonioletti, M. y Seed, T. (2005). *Integrating e-Learning and On-Campus Teaching II: Evaluation of Student Use*. Research Proceedings of the 12th Association of Learning Technology Conference (Manchester), 140-153. Recuperado de <http://www.ph.ed.ac.uk/elearning/publications/hardyaltc2005-v2.doc>
- Hershkovitz, A. y Nachmias, R. (2008). *Developing a Log-Based Motivation Measuring Tool*. Recuperado de <http://www.sciweavers.org/publications/developing-log-based-motivation-measuring-tool>
- Hoskins, S. L. y Van Hooff, J. C. (2005). Motivation and ability: which students use online learning and what influence does it have on their achievement? *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 177-192. doi: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2005.00451.x>

- Lavigne, G., Backhoff-Escudero, E. y Organista-Sandoval, J. (2008). La hibridación digital del proceso educativo. En J. Vales García (ed.), *Nuevas Tecnologías para el Aprendizaje* (págs. 43-60). México, D. F.: Pearson-Prentice Hall.
- Lavigne, G., McAnally-Salas, L., Organista-Sandoval, J., Díaz-López, K. M. y Vasconcelos-Ovando, M. P. (2011, junio). Moodle et ses registres de navigation: pouvons-nous en tirer des connaissances pratiques? En (No eds.) *Recherche en éducation et TIC*. Proceedings of the Congrès de la Association Francophone International de Recherche Scientifique en Éducation (págs 10-16). AFIRSE-UNESCO (París, Francia).
- Lavigne, G., Organista, J. S. y McAnally, S. L. (2008). Étude préliminaire des pratiques de navigation dans un environnement d'apprentissage informatique et mesure de leur efficacité pédagogique. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 5(1), 6-26. doi: <http://dx.doi.org/10.7202/000637ar>
- Organista, J. S., Lavigne, G. y McAnally-Salas, L. (2008). Aprendizaje de estadística y la actividad en línea del estudiante: estudio preliminar de relaciones. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 8(3), 1-27. Recuperado de http://revista.inie.ucr.ac.cr/uploads/tx_magazine/estad.pdf
- Perera, D., Kay, J., Koprinska, I., Yacef, K. y Zaiane, O. (2009). Clustering and sequential pattern mining to support team learning. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 21(6), 759-772. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/TKDE.2008.138>
- Pérez, C. y Santín, D. (2006). *Data Mining: Soluciones con Enterprise Miner*. Madrid: RAMA.
- Rochefort, B. y Richmond, N. (2011). Conectar la enseñanza a las tecnologías interconectadas. ¿Por qué es importante? La perspectiva de un diseñador pedagógico. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 8(1), 200-216. doi: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v8i1.942>
- Vasconcelos, M. (2011). *Aprendizaje colaborativo en un ambiente virtual: estudio preliminar*. Tesis de maestría. Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo. Ensenada, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California.

Sobre los autores

Gilles Lavigne

lavignegilles@gmail.com

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-8859-4864>

Investigador titular en el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo, Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México

Fue profesor titular durante 21 años con Télé université, Université du Québec (Canadá), una universidad totalmente a distancia. Tiene una experiencia diversificada: en la administración, como director de Investigación y Posgrado durante ocho años; en la cooperación internacional, durante 12 años, como jefe y/o director científico de proyectos, con varios países (Vietnam, Senegal, Isla Mauricio, Brasil, Costa Rica, Chile, Bélgica... y ahora con Cuba); en la docencia, al nivel de la educación superior, tanto en presencial como en línea (Premio del Ministro de Educación de Québec en 2000 para el mejor curso en línea); y en la investigación, en la línea de la tecnología en la educación. Tiene varias publicaciones tanto en español como en francés y en inglés.

Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo
Universidad Autónoma de Baja California
Carretera Tijuana-Ensenada, km 103, s/n
22860 Ensenada (Baja California)
México

Genoveva Gutiérrez Ruiz

psicologa_gutierrez@hotmail.com

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2414-6496>

Estudiante de doctorado en el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México

Licenciada en Psicología. Maestría en Ciencias Educativas. Tiene una experiencia en psicología clínica (dando consulta). Tiene publicaciones en ciencias de la educación.

Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo
Universidad Autónoma de Baja California
Carretera Tijuana-Ensenada, km 103, s/n
22860 Ensenada (Baja California)
México

Lewis McAnally-Salas

mcanally@uabc.edu.mx

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4200-2640>

Coordinador de Posgrado e Investigación en el Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México

Es maestro en Ciencias Educativas por la Universidad Autónoma de Baja California, y realizó sus estudios de doctorado de Educación Internacional en el Centro de Excelencia de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1, y su área de investigación se relaciona con los procesos de aprendizaje mediados por tecnología, como la educación en línea, el diseño educativo para cursos en línea, la formación de profesores para ser docentes en línea y los procesos de difusión de la tecnología para el aprendizaje en instituciones de educación. Es autor de artículos en revistas nacionales e internacionales, ha dictado ponencias en congresos nacionales e internacionales y ha colaborado con capítulos en diversos libros. Fue director de la *Revista Electrónica de Investigación Educativa* (REDIE) de octubre de 2003 a marzo de 2009, y en 2010.

Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo
Universidad Autónoma de Baja California
Carretera Tijuana-Ensenada, km 103, s/n
22860 Ensenada (Baja California)
México

Javier Organista Sandoval

javor@uabc.edu.mx

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-8101-5084>

Doctor en Ciencias Educativas por la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), México

Su trabajo doctoral se orientó a la innovación en la enseñanza de estadística mediante el uso de objetos de aprendizaje y el constructivismo. Ha impartido diferentes cursos en programas doctorales y de maestría, específicamente en el área de tecnología educativa y análisis de datos. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores, nivel 1. Ha coordinado distintos proyectos en el Área de Tecnología Educativa e Internet. Actualmente dirige el proyecto «Tipología del uso educativo de dispositivos móviles 3G realizado por estudiantes y docentes de dos campus de la UABC en Ensenada». Es autor de diversos artículos de investigación en el área de la educación en línea, el *m-learning* y el análisis estadístico de información con asistencia tecnológica. Sus áreas de interés son los procesos educativos en línea y el *m-learning*.

Universidad Autónoma de Baja California
Carretera Tijuana-Ensenada, km 103, s/n
22860 Ensenada (Baja California)
México



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>

