

113 UNA IMPLEMENTACIÓN DE LEARNING ANALYTICS EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA MATEMÁTICA UNIVERSITARIA

Marco Spinelli, Nicolás Harari, Javier García Fronti

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires

marco.spinelli@economicas.uba.ar, ndharari@gmail.com, javier.garciafronti@economicas.uba.ar

Especialidad: Educación Matemática

Palabras Claves: Learning Analytics, Gestión de datos, OMR, Digitalización.

Resumen

Los importantes avances en las técnicas de almacenamiento y análisis de datos de los últimos años han facilitado la implementación de técnicas especializadas en diversas disciplinas, desde la producción científico-tecnológica hasta el análisis de mercados o poblaciones. Específicamente en el ámbito de la gestión educativa se conoce esta práctica como *Learning Analytics*. Esta es una técnica que permite analizar la información disponible dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El propósito de este trabajo es presentar una implementación piloto de un sistema de gestión y análisis de datos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en una cátedra de Matemática para Economistas de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. Este se encuentra enmarcado en el proyecto UBATIC 2018-2019 “Desde el conocimiento matemático hacia la adquisición de técnicas cuantitativas aplicadas a las Ciencias Económicas” del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. En el desarrollo de esta presentación se exhiben las diferentes fuentes de datos que se utilizan para el análisis, como así también, la organización interna que permite llevar a cabo esta experiencia.

INTRODUCCIÓN

Los importantes avances en las técnicas de almacenamiento y análisis de datos de los últimos veinte años facilitaron su aplicación en diversas disciplinas, desde la producción científico-tecnológica hasta el análisis de mercados o poblaciones. Sin lugar a duda, los grandes volúmenes de datos y su uso -*Big Data*- se han transformado en un fenómeno de importancia global, aun cuando su definición resulte difusa. Para los objetivos del presente trabajo, basta con considerar a este fenómeno como el uso de conjuntos de datos -o combinaciones de estos- cuyo tamaño, complejidad y velocidad de crecimiento dificulta la captura, gestión, procesamiento o análisis mediante tecnologías y herramientas convencionales (Kitchin, 2014).

Paralelamente, la práctica educativa, producto de un proceso constante de evaluación, genera una gran cantidad de datos sobre los alumnos. Sin embargo, su recopilación suele ser fragmentaria y su uso para facilitar la práctica docente no suele ser sistemático. Usualmente los docentes carecen de la infraestructura necesaria para almacenar, organizar y analizar los datos obtenidos de los alumnos. Es producto de estas dificultades, y a la luz del crecimiento de las herramientas antes mencionadas, que surgen iniciativas de *Learning Analytics* (Baepler & Murdoch, 2010), que buscan revolucionar la tarea docente al desarrollar y aplicar sistemas de gestión y de análisis de datos con el objetivo de ayudar a los docentes a lograr una mejora en la calidad educativa, como también en la identificación de necesidades especiales en los estudiantes (Saa, 2016).

Es en este espíritu que el presente trabajo se propone presentar y reflexionar acerca de la experiencia de *Learning Analytics*, la implementación de un sistema de gestión y análisis de datos, en un curso de Matemática para Economistas de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. La siguiente propuesta se inspira y enmarca en el proyecto UBATIC 2018-2019: “Desde el conocimiento matemático hacia la adquisición de técnicas cuantitativas

aplicadas a las Ciencias Económicas” del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA, como también de experiencias previas de uso de datos en el contexto de educación universitaria, entre las cuales cabe mencionar los esfuerzos de Bianco, Fraquelli y Gache en el desarrollo de sistemas de autoevaluación de contenidos previos.

La implementación del proyecto requirió diversas instancias de planificación y gestión sobre los datos utilizados. En un primer lugar, se diseñó una base de datos para organizar de la información proveniente de las diversas instancias de evaluación, facilitando su posterior utilización. Se prosiguió con la determinación de métodos de digitalización segura de la información, minimizando el tiempo requerido. Se optó por una aplicación de reconocimiento de imágenes, que logra captar el resultado de cada uno de los ejercicios del examen mediante la cámara de un teléfono celular. Tras la carga, resta la última etapa de análisis, cuantitativo y cualitativo, de dicha información. Es importante destacar el hecho de que, dada la estandarización de los datos, es posible analizar el desempeño y efectividad de determinadas propuestas pedagógicas planteadas a la luz de los datos recopilados continuamente dentro del curso.

EL PROYECTO

MOTIVACIÓN

El proceso educativo genera una gran cantidad de datos sobre los alumnos debido a los procesos de evaluación continua. Estos grandes volúmenes de datos tienen el potencial de transformarse en información valiosa en virtud de obtener un panorama general del proceso de enseñanza universitaria mediante la identificación de patrones e interesantes relaciones dentro de las organizaciones educativas (Saa, 2016). De esta forma, se puede lograr comprender desde nuevas perspectivas los recorridos de enseñanza-aprendizaje individuales de los estudiantes, realizando intervenciones personalizadas a las necesidades individuales que contribuyan a sus respectivos desempeños personales. La idea principal recae en obtener predicciones o incluso estados actuales acerca de las dificultades de los alumnos, para poder dar una respuesta específica a sus requerimientos, logrando así una mejor experiencia educativa (Campbell, DeBlois, & Oblinger, 2007).

Se podría resumir al concepto de *learning analytics*, como la gestión, el uso y la interpretación de los grandes volúmenes de datos generados por las organizaciones educativas para predecir dificultades en los estudiantes, personalizar los procesos de aprendizaje, éxito estudiantil – alcanzar objetivos curriculares - y lograr la intervención del cuerpo docente basada en decisiones tomadas a partir de la información (Van Barneveld et al., 2012).

Esta posibilidad ha motivado la planificación e implementación de una experiencia de *Learning Analytics* dentro de la cátedra Javier García Fronti de la materia Matemática para Economistas de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. Se cree que tiene el potencial de mejorar la experiencia educativa de los estudiantes, comprendiendo esta tarea como un desarrollo clave de la docencia, especialmente en una Universidad Pública orientada a la democratización del conocimiento.

Sin embargo, se reconoce que la implementación correcta del proyecto requiere un esfuerzo significativo por parte del grupo encargado. Fundamentalmente, se destacan en la literatura pertinente tres requisitos para un correcto funcionamiento de *learning analytics* (Campbell et al., 2007)

1. Líderes que estén comprometidos con la toma de decisiones basada en evidencia
2. Grupo de trabajo con capacidades y aptitudes para el análisis de datos
3. Una tecnología flexible disponible para la recolección y análisis de los datos

Siguiendo estos lineamientos, se ha procurado lograr su cumplimiento mediante la capacitación del grupo docente en el lenguaje de programación Python, como también mediante cursos de SQL, impartidos desde la cátedra. A la par, se ha establecido una organización interna en el grupo encargado para lograr un correcto seguimiento de todas las instancias del proyecto en búsqueda de un resultado favorable. De hecho, se destaca como fundamental observar a la totalidad del proyecto como un entero integrado que sirva a las necesidades del proceso de enseñanza (Van Barneveld et al., 2012).

En síntesis, se busca obtener mediante la aplicación de *learning analytics* al curso descripto, una evaluación continua de la experiencia educativa, desde pronósticos de desempeño estudiantil, detección de riesgos de abandono y desgaste, visualización de patrones y relaciones en los datos, recomendaciones pedagógicas y estimación de las habilidades estudiantiles (Sin & Muthu, 2015).

ENMARQUE INSTITUCIONAL

La experiencia de *learning analytics* pertenece al proyecto UBATIC 2018-2019: "*Desde el conocimiento matemático hacia la adquisición de técnicas cuantitativas aplicadas a las Ciencias Económicas*" del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA. Se implementa dentro de un curso de Matemática para Economistas perteneciente a la cátedra Javier García Fronti de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires.

El curso abarca una totalidad de 6 horas semanales de instrucción, las cuales se dividen en 4 horas de contenidos teóricos, y las 2 horas restantes a la instrucción de ejercicios prácticos. Acorde al plan de estudios "Plan 1997" aprobado por la Resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Económicas Número 2665/16, en la asignatura Matemática para Economistas "*las clases son teórico prácticas, estimulando el trabajo grupal para la interpretación teórica y para la ejercitación práctica*".

Mediante la toma de asistencia a las clases prácticas, se obtiene información acerca de la participación de los alumnos en tareas dedicadas a la resolución de ejercicios similares a los examinados. A esto se le añaden los resultados de cuestionarios virtuales semanales, test de nivelación inicial y los datos provenientes de los propios exámenes. Los datos provenientes de fuentes digitales, como los cuestionarios virtuales, pueden ser recolectado gracias a la existencia de una plataforma propia de la institución; el Campus. En esta, cada alumno inscripto tiene acceso a los materiales, novedades e información acerca del curso. Es aquí donde también tienen lugar estos cuestionarios semanales, donde cada alumno puede responder a las consignas planteadas.

Esta selección de fuentes se basa principalmente en el objetivo de obtener fuentes en diversos momentos del cronograma del curso, lo que permite conocer el estado continuo del aula. Para esto, es necesario también lograr vincular los datos a un individuo, dejando anónimos otros datos sobre él. Esto es factible debido al sistema de identificación de la Facultad de Ciencias Económicas, que utiliza un número de registro único para cada estudiante.

Mediante la utilización de este dato, sin requerimiento de cualquier otro dato personal, se posibilita el análisis deseado sobre el proceso educativo dentro del curso.

El aporte de la experiencia realizada dentro de este curso es la descripción de un proceso que puede facilitar la tarea docente en numerosos ámbitos, mediante el apoyo de la tecnología a beneficio de la enseñanza.

ORGANIZACIÓN INTERNA

Para llevar a cabo la experiencia mencionada se dividió al equipo de trabajo en dos grupos diferenciados. El primero es el responsable del diseño, gestión, mantenimiento de la base de datos y de la digitalización de la información utilizada. El segundo es el encargado del análisis propio de los datos, la identificación de falencias en el proceso educativo, la propuesta de prácticas pedagógicas y la evaluación de los resultados. Para maximizar la efectividad de la experiencia es esencial que ambos grupos estén intercomunicados. De esta manera, se da una solución rápida a dificultades y problemas que podrían presentarse, como también la facilitación de la elaboración conjunta de nuevas variables de análisis y herramientas pedagógicas.

La principal tarea del primer grupo de trabajo es la implementación de un sistema de digitalización y gestión de la información disponible. Este punto resulta fundamental. Aún cuando la información a utilizar sea de fácil acceso, si esta no se encuentra organizada correctamente en un entorno digital, es prácticamente imposible realizar un análisis de los datos medianamente complejo. En adición, el costo de tiempo incurrido en la carga de información debe ser el menor posible para justificar su implementación. El éxito de este proceso se ve traducido en la posibilidad de obtener diagnósticos de corto plazo con respecto a las variables a analizar. De esta manera, es posible obtener un cuadro descriptivo continuo y responsivo de los rendimientos generales del curso. Utilizando este medio como una herramienta de diagnóstico, no sólo es posible la propuesta de prácticas pedagógicas alternativas, sino su evaluación constante.

DATOS

FUENTES DE DATOS

El universo de los datos utilizados en el contexto del presente análisis comprende género, asistencias, exámenes, test iniciales, quiz semanales, participación en el campus virtual de la asignatura y una plataforma de preguntas interactivas, Kahoot, utilizada durante a lo largo del proceso pedagógico. A continuación, se hará foco en cada una de ellas.

La primera de estas es la asistencia a las denominadas clases prácticas mencionadas con anterioridad. En estas, tiene lugar la realización de ejercicios por parte de los alumnos en el espacio de clase bajo la tutela del equipo académico a cargo del curso. Durante el primer cuatrimestre del año 2019 se comenzó a implementar la verificación de asistencia con el objetivo de testear -entre otras cosas- si la concurrencia a las mismas está correlacionada con un incremento en el rendimiento del estudiante.

La segunda fuente de datos utilizada en el proyecto son los exámenes realizados durante la cursada. Según la reglamentación vigente y el Plan de Estudios de la materia, en los cursos presenciales cuatrimestrales los alumnos deberán participar en dos parciales a lo largo de la cursada. Además, los estudiantes tienen el derecho de recuperar

solamente una de las dos instancias de evaluación. Estas tres posibles instancias de evaluación son incluidas dentro del conjunto de datos a analizar: exámenes parciales, recuperatorios y finales.

Por otro lado, y en concordancia con trabajos previos (Bianco, Fraquelli, & Gache, 2018), se suman los resultados de un "Test Inicial" desarrollado a comienzo del curso de manera de autoevaluación voluntaria. La experiencia, realizada de forma virtual, consistía en preguntas relacionadas a temáticas previas consideradas básicas para la comprensión de los nuevos contenidos dictados en el curso. Una vez resueltas las consignas, se le presentaba al alumno una serie de material de profundización -si había logrado responder los ejercicios- o de repaso, en el caso que no haya logrado hacerlo correctamente (Bianco et al., 2018).

La cuarta fuente de datos utilizada se inspira en el "*El Proceso de Evaluación Continuo con Devolución Automática de Respuestas*" dictado por el Profesor Dr. Javier García Fronti en el contexto de la capacitación docente ofrecida por el Departamento Pedagógico De Matemática de la Universidad de Buenos Aires. Se proponen al alumno cuestionarios autoevaluatorios semanales, denominados quiz, sobre los contenidos vistos durante este período. Estos son diseñados utilizando los cuestionarios *Forms* del *Office 365* y presentados de forma virtual en el *Campus Sharepoint* de la asignatura, mencionado anteriormente.

A su vez, dentro de la misma plataforma *Campus Sharepoint*, se puede contabilizar las participaciones de los estudiantes en el foro de consultas que figura dentro. En este, los alumnos tienen a su alcance la posibilidad de publicar una pregunta acerca de temas de la materia y aguardar una respuesta por parte del grupo docente.

Otro dato relevante para el testeo de hipótesis es el de género del estudiante. Estos se encuentran disponibles para el período abarcado desde el 2018 al 2019, y se obtiene luego del proceso de evaluación.

Finalmente, resta la incorporación más reciente al universo de datos disponibles. En colaboración con el Centro de Estudiantes de Ciencias Económicas, el Departamento de Matemática ofrece clases de apoyo optativas en horarios suplementarios a los de la cursada regular. Durante estos encuentros se ha comenzado a utilizar la plataforma "*Kahoot!*" de preguntas, que facilita la presentación de ejercicios a los alumnos mientras que ellos pueden responder de forma anónima ingresando a una página web mediante sus teléfonos celulares. De esta manera, es posible almacenar el porcentaje de respuestas correctas a preguntas realizadas en clase de manera eficiente.

ESTRUCTURAS DE EXAMENES

Una descripción detenida es necesaria para los exámenes parciales, finales y recuperatorios. Esto se debe a que por su propia construcción son comparables cuatrimestre a cuatrimestre. Existe una estandarización en los 20 incisos que se evalúan, lo que permite realizar análisis con datos de períodos anteriores y lograr visibilizar rasgos de la evolución temporal del proceso educativo.

En el caso de los exámenes parciales y recuperatorios, las evaluaciones se encuentran divididas en cinco puntos correspondientes a distintas unidades temáticas de la materia. A su vez, estas se encuentran subdivididos en cuatro incisos de creciente dificultad. En el caso de los primeros parciales, por ejemplo, ejercicio "1.A" es a lo largo de la muestra el más elemental de la unidad temática "Estática Comparativa" mientras que el ejercicio "3.D" el más exigente de la unidad "Programación Lineal". De esta forma, se puede comparar el rendimiento de los alumnos de forma granular, ejercicio por ejercicio y unidad temática contra unidad temática. No se cuenta, de esta manera solamente con

una nota final del alumno, sino con información detallada y precisa sobre el desempeño que tuvo en cada unidad de la materia. Incluso, se puede lograr indagar acerca de la profundidad de la comprensión de la misma mediante la división de ejercicios simples a complejos mencionada.

TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA CARGA DE DATOS

La principal herramienta utilizada para una rápida y automática carga de los datos de los exámenes mencionados a sistemas informáticos es la tecnología *Optimal Mark Recognition* (OMR). Esta consiste en la captura de marcas humanas a partir de documentos y formularios. En particular, se utiliza la aplicación de teléfono móvil *ExamReader*. Se trata de un programa de utilización libre, aunque con un límite de capturas fotográficas, que utiliza justamente la cámara fotográfica del teléfono para detectar marcas en una planilla diseñada especialmente para el examen. Esta planilla se compone principalmente de círculos en blanco que corresponden a cada ejercicio dentro del examen. Estos son llenados por el evaluador según la respuesta sea correcta o incorrecta, para que la propia aplicación lo detecte. Una vez tomada la imagen, los datos de repuestas correctas, ligadas a la consigna en particular, son cargados a una base en la nube a la que se puede acceder para el posterior análisis de los mismos. Naturalmente, esta tecnología facilita la carga de esta gran cantidad de datos, teniendo en cuenta que el promedio de alumnos del curso ronda los 120 alumnos y que por cada uno hay 20 ejercicios en la evaluación. Su utilización es sencilla y segura, lo que permite la utilización del sistema por la totalidad el grupo docente.

Para el caso de los formularios digitales, como los cuestionarios semanales o la aplicación “Kahoot!”, la carga es aún más sencilla. Automáticamente se obtienen los datos en formato de hoja de cálculo fácilmente convertibles a base de datos; sin necesidad del accionar del docente. Todos estos datos pueden vincularse al alumno mediante su número de registro con el mero objetivo de asignarlos a un individuo, sin la necesidad de conocer demás datos de este. Con esta información, la evaluación del proceso educativo, el conocimiento de las características de los grupos de alumnos y soluciones a potenciales dificultades pedagógicas se encuentran disponible prácticamente a todo momento, logrando un sistema de evaluación en tiempo real del curso.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado la estructura propia del proyecto de *learning analytics* llevado a cabo dentro de un curso de Matemática para Economistas perteneciente a la cátedra Javier García Fronti de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires. El mismo se encuentra enmarcado en el proyecto UBATIC 2018-2019: “Desde el conocimiento matemático hacia la adquisición de técnicas cuantitativas aplicadas a las Ciencias Económicas” del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Buenos Aires.

Inicialmente, se ha realizado una descripción de los objetivos que motivan la realización del mismo, fundamentalmente ligados a una mejora en la experiencia educativa y al diagnóstico de las necesidades de los estudiantes. Mediante la gestión, análisis e interpretación de los datos se le presenta al cuerpo docente la capacidad de tomar decisiones en base a información proveniente del proceso de enseñanza. Estas se basan en la detección de patrones, falencias y

dificultades expuestas por la información disponible, para luego intentar mejorar la experiencia académica (Baepler & Murdoch, 2010).

Luego, se ha exhibido la organización interna del grupo docente para lograr llevar a cabo de manera eficiente y articulada cada instancia necesaria para llevar a cabo la totalidad del proyecto. Se han enumerado y descrito cada una de sus tareas y objetivo principales.

Posteriormente, se ha realizado un detalle de las fuentes de datos que se utilizan en el contexto del curso para la elaboración de *learning analytics*. Se ha explicado en su totalidad la naturaleza de cada una haciendo especial énfasis en la estandarización de los exámenes parciales y recuperatorios que permite comparar el rendimiento de los alumnos de forma granular, ejercicio por ejercicio y unidad temática contra unidad temática, como también la realización de comparaciones cuatrimestre a cuatrimestre.

Finalmente, se procedió a describir las tecnologías utilizadas en la carga de los datos, OMR, y de las fuentes digitales para el armado de las bases de datos necesarias para realizar el análisis utilizando los lenguajes de programación enunciados.

Las herramientas disponibles en la actualidad en lo que refiere al análisis de datos presentan una oportunidad inequívoca para el diagnóstico de las experiencias educativas en la educación superior, lo que se conecta principalmente con la creciente digitalización de la enseñanza y de la utilización de herramientas virtuales (Sin & Muthu, 2015). Es en este contexto que se cree que la implementación de *learning analytics* dentro del curso puede otorgar mejoras en el desempeño de los estudiantes y en la instrucción del cuerpo docente, fundamentalmente con la posibilidad de crecientemente personalizar los procesos educativos de cada subgrupo de alumnos en base a sus necesidades.

Entre los desafíos a futuro se postula el desarrollo de alternativas pedagógicas para responder a las necesidades que se ven expuestas mediante el análisis de datos dentro del curso. También la posibilidad de incorporar nuevas variables al proceso que permitan diagnósticos más rápidos y de manera continua en el tiempo de desarrollo del curso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baepler, P., & Murdoch, C. (2010). Academic Analytics and Data Mining in Higher Education. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 4(2), 1-9.
- Bianco, M. J., Fraquelli, A., & Gache, A. (2018). Mediación tecnológica para la recuperación del conocimiento frágil. En *Libro de Actas XXXIII Jornadas de Docentes de Matemática de Facultades de Ciencias Económicas y Afines* (p. pp 55-62).
- Campbell, J. P., DeBlois, P. B., & Oblinger, D. G. (2007). Academic analytics: A new tool for a new era. *EDUCAUSE review*, 42(4), 40.
- Proyecto UBATIC 2018-2019: "Desde el conocimiento matemático hacia la adquisición de técnicas cuantitativas aplicadas a las Ciencias Económicas"
- Saa, A. A. (2016). Educational Data Mining & Students' Performance Prediction. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7(5), 212 - 220.

- Sin, K., & Muthu, L. (2015). Application of big data in education data mining and learning analytics – a literature review. *ICTACT Journal on Soft Computing*, 05(04), 1035-1049.
- Van Barneveld, A., Arnold, K. E., & Campbell, J. P. (2012). Analytics in higher education: Establishing a common language. *EDUCAUSE learning initiative*, 1(1), 1-11