



## **SISTEMA DE MONITOREO INTELIGENTE DE UN CURSO VIRTUAL MASIVO: UN CASO DE ESTUDIO**

Miguel Gómez, Escuela de Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,  
[miguel.gomez@pucv.cl](mailto:miguel.gomez@pucv.cl)

Edison Atencio, Escuela de Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,  
[edison.atencio@pucv.cl](mailto:edison.atencio@pucv.cl)

Rodrigo F. Herrera, Escuela de Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,  
[rodrigo.herrera@pucv.cl](mailto:rodrigo.herrera@pucv.cl)

Felipe Muñoz La Rivera, Escuela de Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,  
[felipe.munoz@pucv.cl](mailto:felipe.munoz@pucv.cl)

### **RESUMEN**

La pandemia del Covid-19 aceleró los procesos de transición hacia la enseñanza virtual. Rápidamente las universidades se adaptaron a estos cambios, con diversos resultados y métodos. Diversas plataformas se robustecieron para soportar clases virtuales, repositorios de material y herramientas para la interacción con los estudiantes, de forma de replicar las dinámicas de las clases presenciales. Estas nuevas formas de enseñanza colocan como protagonista al estudiante, quedando el profesor como “supervisor” y con una visibilidad limitada del nivel de participación de los estudiantes. Esta investigación, consistió en el desarrollo de un sistema de monitoreo en tiempo real del proceso formativo de un curso virtualizado, en un contexto de pandemia, para otorgar una mayor visión del desempeño de dicho proceso. Este sistema se desarrolló en forma de dashboard dinámico en la aplicación PowerBI® conectada a la base de datos del Learning Management System (LMS) de la universidad. Este sistema se aplicó en el curso de Programación Aplicada, de la carrera de Ingeniería Civil PUCV (Chile), dónde previo a su implementación se transformaron los contenidos a una modalidad multimedia y de clase invertida. Lo anterior, para promover el autoaprendizaje y optimizando el uso de las herramientas tecnológicas disponibles.

**PALABRAS CLAVES:** virtualización, monitoreo del aprendizaje, PowerBI, cursos masivos, clase invertida.

### **INTRODUCCIÓN**

Desde octubre de 2019, con el inicio de las protestas más grandes en Chile en 30 años, y la posterior propagación de la peor pandemia en décadas, las instituciones en Chile y el mundo han debido replantear sus modelos de continuidad operacional. Las universidades chilenas no han estado al margen de esta situación, debiendo ajustar sus clases a una modalidad virtual. Sin embargo, ninguna tuvo la oportunidad de prepararse oportunamente para operar en modo virtual de manera sistemática, fluida y con calidad. Por otro lado, la operación en un modo virtual requiere de una infraestructura tecnológica que la soporte.

La incorporación de tecnologías para la virtualización de la educación reside en el cambio científico que se ha venido llevando a cabo con rapidez recientemente. Esta se ha convertido en una macrotendencia en los sistemas de educación superior latinoamericanos: al año 2000 apenas 168.000 universitarios estudiaban con modelos pedagógicos a distancia o semipresenciales; al



2012, este número se elevó a 1,7 millones (Rama, 2012). Sin duda estas cifras han crecido y ampliado a la totalidad de los planteles universitarios dada la pandemia (Ayadat, 2021). La educación virtual es una acción que busca propiciar espacios de formación, apoyándose en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), para instaurar una nueva forma de enseñar y aprender. En esta modalidad educativa no es necesario que el cuerpo, tiempo y espacio se encuentren sincrónicamente para lograr establecer un encuentro de diálogo o experiencia de aprendizaje (Icesi, 2020).

Proyectos de virtualización de cursos se han realizado en todo el mundo, con una clara tendencia a tomar como punto de partida a cursos relacionados con la informática y la programación (Ali et al., 2018). Los resultados son positivos, con valor añadido al proceso formativo de los y las estudiantes, y propiciando un trabajo independiente. Mariño (2018) indica que las TIC son herramientas que acompañan un proceso de Gestión del Conocimiento, a fin de acrecentar y resguardar el Capital Intelectual de la Organización. Luego, las aulas virtuales en campus virtuales y diversas plataformas educativas favorecen la socialización, exteriorización, combinación e internacionalización de los conocimientos individuales y colectivos (UNESCO IELSAC, 2020).

La modalidad de enseñanza virtual tiene diferentes ventajas, tales como: posicionar al estudiante como el centro del proceso de aprendizaje, tornándose un receptor activo de la información provista por los tutores; el ritmo y la manera de aprendizaje la establece el estudiante; el constante uso de las TIC potencia el manejo de las herramientas tecnológicas; y se fortalecen los métodos de comunicación sincrónicos y asincrónicos, con tutores virtuales y compañeros (Gordón, 2020). Si bien todas estas ventajas representan una buena fuente de aprendizajes de formación general para los alumnos (más allá de los disciplinarios), quita instrumentos al docente para el monitoreo de la constancia de los estudiantes en los procesos de aprendizaje (Constantino & Álvarez, 2010). Es decir, en instancias presenciales, el contacto directo con profesor-alumnos permite al docente poder monitorear de manera más directa y simple el progreso y la constancia del seguimiento del curso por parte de los estudiantes, instancias que la virtualidad aleja y limita (UNESCO IELSAC, 2020).

Ante ello, y la permanencia de los cursos virtuales, resulta relevante investigar e implementar herramientas para monitorear la constancia y el progreso de los alumnos en sus asignaturas, lo que se traduce no solo en el cumplimiento en la entrega de evaluaciones calificadas, sino también de instancias formativas no calificadas, ritmos de estudio, horas de dedicación, entre otras, con miras también a comprender los tiempos, ritmos y formas de aprendizaje de los estudiantes en estos nuevos contextos (Hermosilla, 2020).

El presente trabajo muestra la implementación de un sistema de monitoreo inteligente para un curso invertido y virtualizado a través de herramientas tecnológicas de tendencia, usando información generada desde los datos disponibles de un LMS. Esta información se desplegó en un panel de control construido en la aplicación PowerBI® proporcionando al profesor una mayor visión del comportamiento y desempeño a distancia de los estudiantes. Lo anterior, propiciando acciones oportunas de parte del profesor para conducir la asignatura apropiadamente en las condiciones de distanciamiento social impuestas por la pandemia del Covid-19.

## METODOLOGÍA

El sistema de monitoreo se implementó con la dictación del curso de Programación Aplicada (CIV1006) en la Escuela de Ingeniería Civil PUCV. Este curso tiene inscripción media de 90 estudiantes y dictado en salas equipadas con computadores para cada estudiante. Este curso se dicta en dos o tres paralelos, dada la capacidad de dichas salas de computadores. CIV1006 es un curso orientado a las tecnologías y cuyo objetivo es el aprendizaje de programación usando Excel, Visual Basic, Matlab y Python. En la actualidad, los alumnos están familiarizados con videotutoriales y recursos web que complementan su estudio, y están mucho más ávidos por respuestas inmediatas a sus dudas y requerimientos. Esto supone no únicamente una problemática, sino un potencial a veces desaprovechado y convertible en una oportunidad para el contexto en que se desarrolló el curso. Para la implementación del sistema de monitoreo sobre un curso virtualizado e invertido se consideraron cuatro etapas de trabajo: (1) rediseño instruccional, (2) virtualización de contenidos; (3) implementación y (4) monitoreo, como se muestra en la Figura 1.

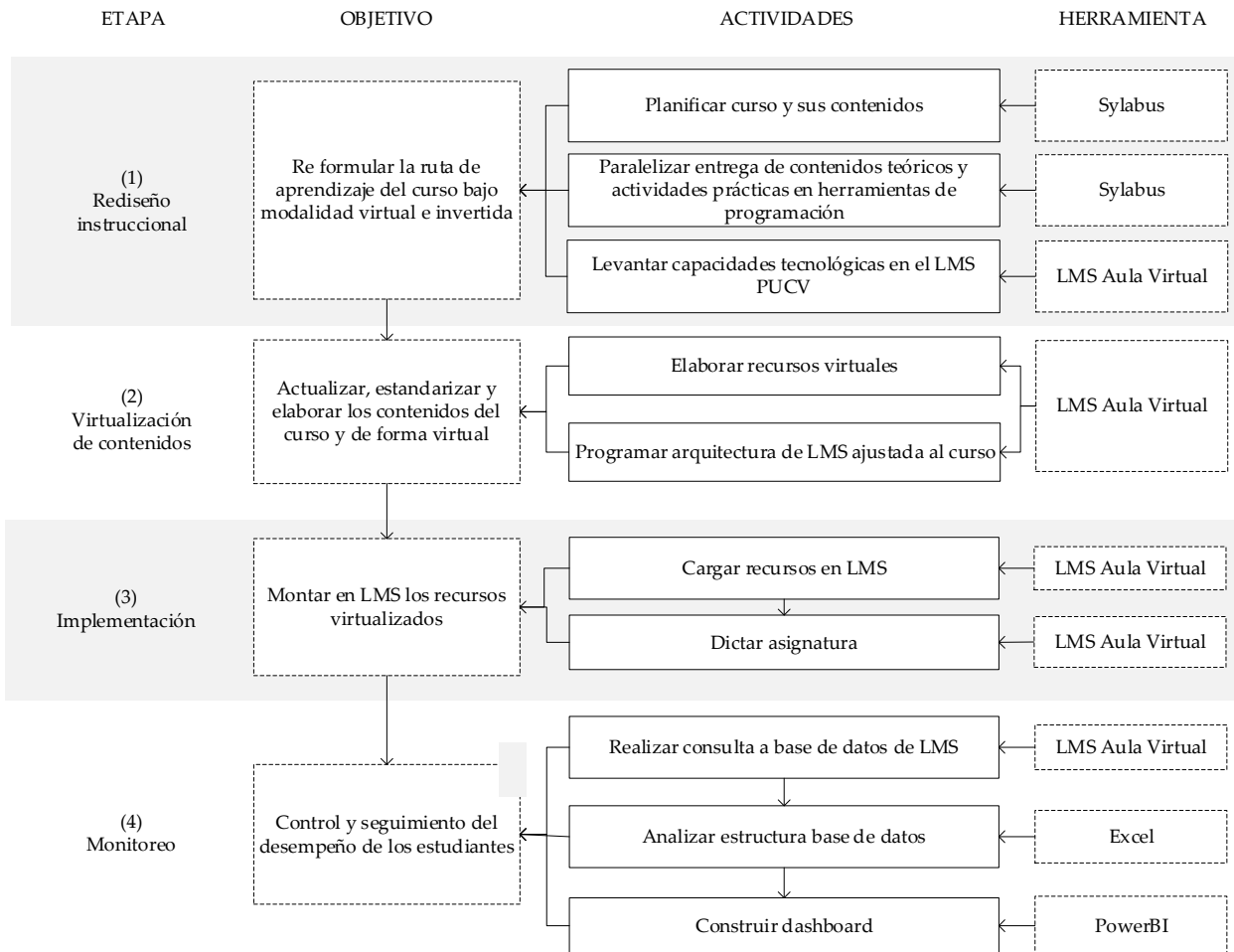


Figura 1: Etapas del plan de trabajo.

La primera etapa consistió en el rediseño del curso, definiendo metodologías actualizadas para la virtualización del proceso de enseñanza-aprendizaje en una modalidad invertida. En esta etapa



se replanteó la ruta de aprendizaje del curso, consistente en las herramientas básicas de programación en pseudocódigo, y diseño de algoritmos. Luego, a medida que se entregaban estos conocimientos, paralelamente los estudiantes aplicarían lo aprendido en las diferentes herramientas de programación. Con todo, al final de esta etapa se generó un levantamiento de las capacidades tecnológicas disponibles en el LMS para montar los contenidos virtualizados.

La segunda etapa, realizada durante el primer semestre de 2020, consistió en actualizar, estandarizar los apuntes del curso y generar los contenidos virtuales pertinentes – conforme a la planificación e infraestructura tecnológica disponible realizada en la etapa anterior - creando cápsulas de contenido virtual, con ejercicios y videos. Asimismo, se creó un Aula Virtual base en el LMS, a ser cargada previo a la dictación del curso. Dentro de esta aula virtual se configuraron las preguntas de los cuestionarios, así como las divisiones de unidades, y espacios para los recursos virtuales generados.

La tercera etapa consistió en la implementación de estos contenidos en modo virtual, durante el segundo semestre de 2020 y a medida que avanzaba el curso. Los contenidos fueron entregados a los estudiantes en su totalidad mediante diapositivas, láminas y videos instruccionales en el aula virtual, estando a su libre disposición previo a la clase sincrónica de dicha materia. Esto permitió que el docente, más que realizar una clase tradicional y unidireccional, se concentrara en guiar a las y los estudiantes, siguiendo el programa del curso, y respondiendo a las consultas que surgían a partir de las tareas y trabajos.

Finalmente, la cuarta etapa consistió en la construcción e implementación del sistema de monitoreo el cual fue utilizado a lo largo del semestre mientras donde dictó el curso. Una vez construida la arquitectura del Aula Virtual y definidos los artefactos de aprendizaje en las etapas 1 y 2 del proyecto, se generó una consulta (*query*) a la base de datos del LMS, la cual registra los *logs* de todas las interacciones de los estudiantes con el LMS. La Tabla 1 muestra la estructura de los *logs* registrados en el sistema LMS, los tipos de datos involucrados, así como su contenido y un ejemplo de visualización para cada uno de ellos. El archivo de registro de los *logs* es acumulativo a medida que ocurren los eventos en el LMS, es decir, cada vez que va a rescatarse el registro, estará actualizado. Usando la herramienta PowerBI, se capturó el archivo de registro en su estado bruto, disponible en una carpeta determinada en OneDrive®. Con este archivo dentro de la aplicación, se construyeron dos vistas de paneles actualizables en un solo clic cuando el archivo de registro fuese actualizado.

Tabla 1: Estructura de datos del log LMS.

Etiqueta del log	Tipo	Contenido	Ejemplo
Hora	Hora	Fecha y hora de conexión	30/11/2020 16:37
Nombre del usuario	String	Nombre completo del usuario que ejecuta una acción en el LMS	Nombre 1, nombre 2, apellido paterno, apellido materno
Usuario afectado	String	Nombre completo del usuario afectado por esta acción (Un administrador podría realizar una acción que afecte a un estudiante)	Nombre 1, nombre 2, apellido paterno, apellido materno
Contexto del evento	String	Tipo y denominación del recurso LMS consultado	Archivo: Clase 2.1.1 Ejercicios Excel Etiqueta: Control Unidad 4
Componente	String	Tipo de recurso LMS	Componente, registros, sistema, URL, recurso, papelera de reciclaje, foro, tarea, etc.
Nombre evento	String	Estado del evento realizado por el usuario que realizó la acción	Curso visto, comentario creado, elemento borrado, mensaje creado, etc.

Descripción	String	Descripción de la acción realizada	The user with id '42344' viewed the section number '18' of the course with id '28730'.
Dirección IP	Numérico – Clase A	Dirección IP del usuario que realizó la acción	186.11.93.73

## RESULTADOS

La Figura 2 muestra la primera vista del panel de control, desde una perspectiva del profesor. Dado a que PowerBI® se actualiza dinámicamente al manipular los gráficos y tablas, es posible tener una vista del panel de forma agregada del curso como también de un subconjunto de estudiantes, como se aprecia en la opción 1.

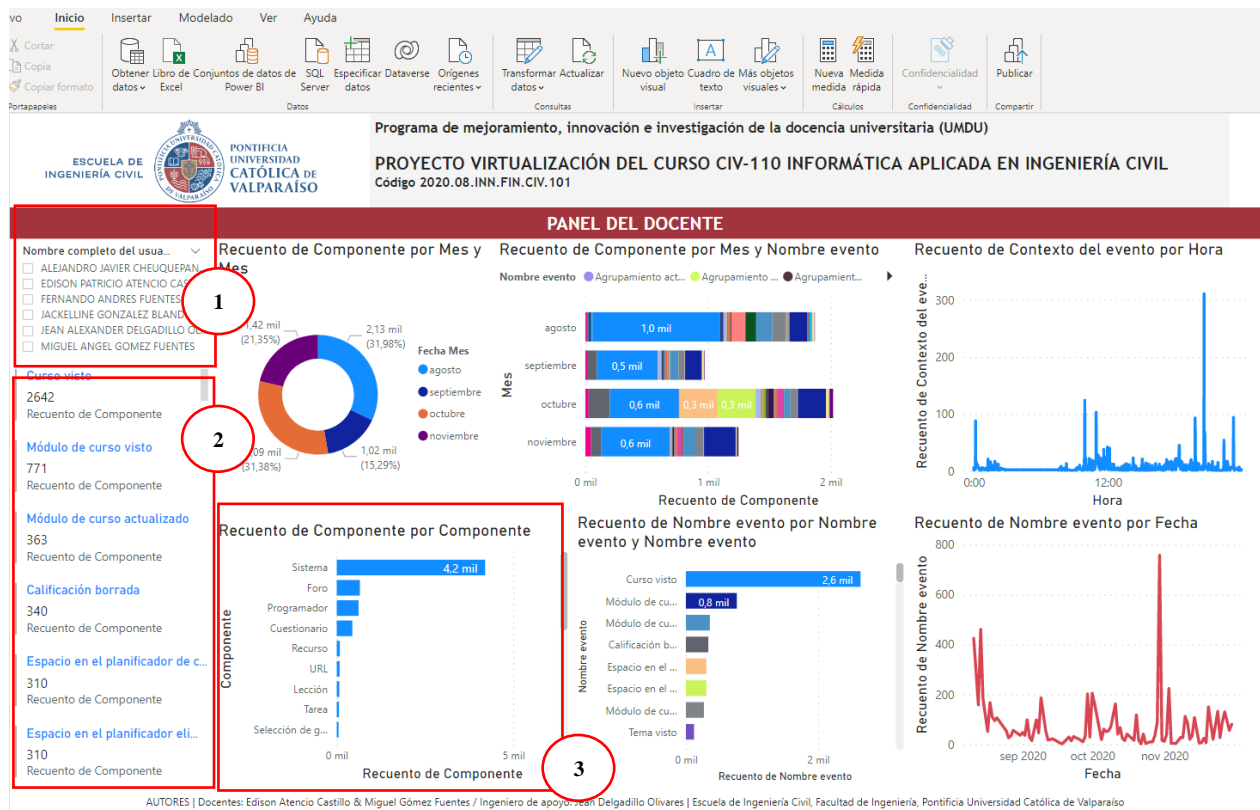


Figura 2: Dashboard de monitoreo del curso (vista 1).

En la misma vista, en la opción 2 se disponibilizó un resumen general de los diferentes eventos realizados en el LMS. Los recursos consultados por los estudiantes – o el subconjunto definido por el usuario – se resumió en la opción 3 de panel. El resto de las gráficas presenta el tráfico en el tiempo para los eventos de los estudiantes en el LMS. Esta última vista permitió es la que mejor describe la interacción de los estudiantes en el sistema, donde los *peaks* ocurrían principalmente en las fechas próximas a las evaluaciones.

Por otro lado, la Figura 3 presenta una vista resumen, pero del punto de vista de los contenidos cargados en el aula virtual y el estudiante, los cuales son accesibles de forma individual o agrupada, como se ve en la opción 1 de dicha figura. Para los contenidos consultados, la opción 2 muestra los estudiantes que gatillaron el mismo evento, tendiendo además disponible el tráfico



en el tiempo (opción 3). En general, el mayor tráfico en el LMS ocurría cerca del mediodía. La opción 4 despliega un ranking de los estudiantes según su interacción con el sistema y el tipo de recursos consumido. Esta opción permitió al profesor, además, relacionar el volumen de eventos gatillados por alumno versus su desempeño.

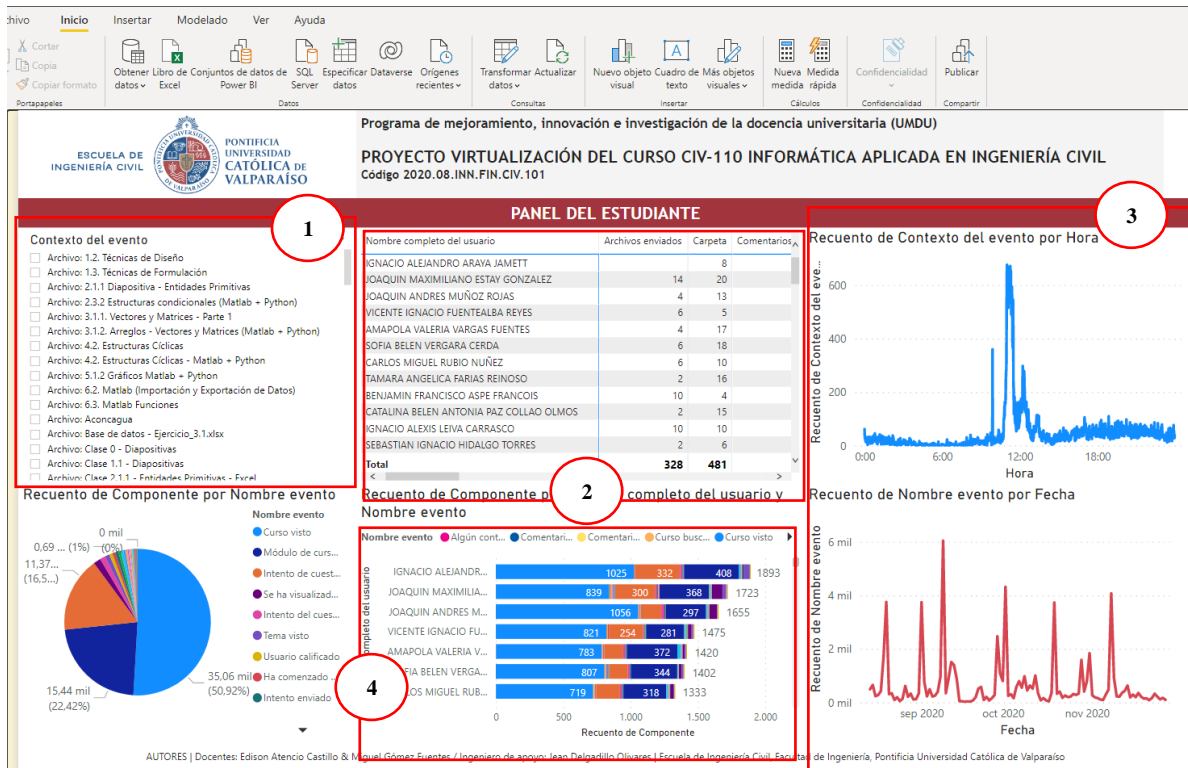


Figura 3: Dashboard de monitoreo del curso (vista 2).

Los aprendizajes obtenidos a partir de este proyecto se pueden dividir en 3 aspectos:

**Niveles de autoaprendizaje:** se visualiza una relación en los niveles de uso y acceso a los materiales entre estudiantes y el desempeño (en términos del promedio de curso obtenido). La Figura 4 muestra una correlación positiva entre las interacciones en el Aula Virtual y la calificación final.

Por otro lado, muchas de las actividades de evaluación son de dificultad alta, pues provienen de aplicaciones de ingeniería civil, con conceptos que se aprenden en cursos posteriores de Análisis Estructural, Geotecnia o Ingeniería vial, por ejemplo. El rol del docente como facilitador del aprendizaje permite, en este caso, conectar de manera más eficiente los conceptos del curso con aspectos de cursos superiores, uno de los resultados de aprendizaje esperados.

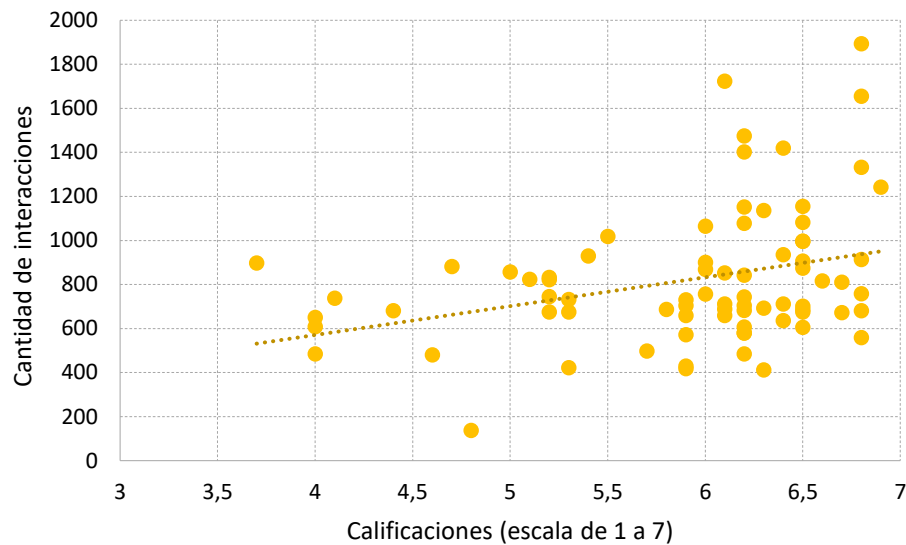


Figura 4: Calificaciones vs. interacción general con LMS.

**Gestión del curso y control de participación.** Uno de los principales problemas de las aulas virtuales masivas es el control que los profesores del acceso a los recursos por parte de los estudiantes. Esto supuso una dificultad dentro de este proyecto, que fue resuelta mediante la programación de un *dashboard* usando la herramienta PowerBI® (Figuras 2 y 3). Mediante esta herramienta, es posible descargar datos de participación desde el aula virtual (número de visualizaciones de un recurso por los estudiantes, horas de conexión al aula virtual, entre otras métricas de control de acceso), que facilitan la tarea de los docentes en términos de conocer el nivel de participación que tienen los estudiantes a lo largo de un curso virtual. Esta herramienta de gestión se divulgará dentro de la Escuela de Ingeniería Civil, con el objetivo de validarla para su uso en condiciones de clases virtuales.

**Valoración de estudiantes y docentes.** Comentarios dentro de las clases finales, y en reuniones de proyectos, recopiladas por los profesores y ayudantes, permitieron estimar una buena apreciación de los estudiantes hacia los materiales virtuales, especialmente, respecto de los videotutoriales y clases grabadas. La apreciación de los estudiantes, reflejada en la encuesta docente, fue positiva en términos del material desplegado y modalidad del curso. En cuanto al rol docente, cabe destacar que la virtualización de un curso requiere de un gran compromiso de parte de los profesores, pues requiere de una cantidad de tiempo para la creación y planificación de materiales didácticos, así como para la resolución de consultas fuera de los horarios normales de clases, en reuniones cortas, que mantienen motivados y concentrados a los estudiantes.



## CONCLUSIONES

La virtualización de un curso es un proceso complejo, que requiere de una planificación tanto a nivel de contenidos como a nivel de herramientas docentes. En efecto, no todas las herramientas virtuales son válidas para poder entregar un conocimiento o concepto de forma efectiva. En ese sentido, la generación de videotutoriales y guías de estudio con ejercicios resueltos resulta efectiva para reducir las complejidades de estos nuevos medios de enseñanza, pues si el estudiante no puede seguir al profesor, o erra algún paso, siempre tiene la posibilidad de visualizar los videotutoriales para orientarse en aquellas cosas que la clase no deja completamente claras. Por tanto, el desafío de conectar las herramientas docentes virtuales con los contenidos es, evidentemente, uno de los más importantes a la hora de virtualizar un curso, pues son estas herramientas las que deben ser capaces de llamar la atención del estudiante (ser atractivas visualmente), y además permitir que, sea cual sea su nivel de aprendizaje, sean capaces de comprender el concepto o procedimiento.

Un elemento clave a la hora de planificar un curso virtual es el control de la participación. El desempeño de los estudiantes puede verse afectado si no acceden a los contenidos, por tanto, el docente juega un papel fundamental para mantener motivados a los estudiantes. Para tener un panorama general del desempeño del curso, dado que el seguimiento presencial no es posible, es necesario monitorear los niveles de participación en el Aula Virtual. Así, esta investigación logró diseñar, planificar e implementar un sistema de monitoreo de las interacciones de los estudiantes en el Aula Virtual del curso. El tráfico de ingreso al sistema, el nivel de acceso a los recursos de estudio, la realización de actividades calificadas y no calificadas, participación en foros, entre otros eventos, fueron medidos. Así se construyó un dashboard que permitió al docente el monitoreo en tiempo real de cada uno de estos eventos, a nivel de curso e incluso, de manera individualizada por estudiante.

A pesar del sistema de monitoreo implementado, es importante que los estudiantes se sientan protagonistas de su aprendizaje, y sean conscientes de los recursos existentes en el aula virtual, y se planifiquen de forma adecuada para acceder a ella, haciéndose cargo de su propio proceso formativo.

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por la Unidad de Mejoramiento de la Docencia Universitaria de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), la Escuela de Ingeniería Civil PUCV y el Collaborative Group of Engineering Education (CGEE) de la Escuela de Ingeniería Civil PUCV.

## REFERENCIAS

- Ali, M., Raza, S. A., Qazi, W., & Puah, C. H. (2018). Assessing e-learning system in higher education institutes: Evidence from structural equation modelling. *Interactive Technology and Smart Education*, 15(1), 59–78. <https://doi.org/10.1108/ITSE-02-2017-0012>
- Ayadat, A. K. M. (2021). Effects of Students' Home Environment, Tools, and Technology Used on Online Learning Experience in a Civil Engineering Program. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(8). <https://doi.org/10.18178/ijiet.2021.11.8.1535>
- Constantino, G. D., & Álvarez, G. (2010). Conflictos virtuales, problemas reales: caracterización de situaciones conflictivas en espacios formativos online. *Revista Mexicana de*



- Investigación Educativa*, 15(44), 65–84.
- Gordón, F. del R. A. (2020). From face-to-face learning to virtual learning in pandemic times. *Estudios Pedagógicos*, 46(3), 213–223. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000300213>
- Hermosilla, P. (2020). *Design of Assessment System for Learning Outcomes and Competences in Engineering Programs*. September.
- Icesi. (2020). *Ruta para la virtualización de clases presenciales*.  
<http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/covid19-ruta-icesi-virtualizacion-de-clases>
- Mariño, S. I. (2018). Tecnologías de la información y comunicación (TIC) para el apoyo de procesos de gestión del conocimiento en aulas virtuales. *Revista Educación En Ingeniería*, 13(26), 77–81. <https://doi.org/10.26507/REI.V13N26.919>
- Rama, C. (2012). *La reforma de la virtualización de la universidad El nacimiento de la educación digital*.
- UNESCO IELSAC. (2020). COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después. Análisis de impactos, respuestas políticas y recomendaciones. *Unesco*, 57.  
<http://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/05/COVID-19-ES-130520.pdf%0Ahttps://bit.ly/2RvY0V3>