



TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN COMO SOPORTE A LA DOCENCIA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA

**Laura Ramírez Ramos, Juan Pablo Casas Rodríguez, Eduardo Behrentz, Mario Castillo,
Juan Carlos Reyes**

**Universidad de los Andes
Bogotá, Colombia**

Resumen

Universidades a nivel mundial han propuesto diferentes metodologías de enseñanza basadas en el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC). Algunas de estas metodologías son: cursos en línea masivos y abiertos (por sus siglas en inglés MOOCs), ambientes híbridos de aprendizaje (blended learning), o cursos bajo la metodología de clase invertida (flipped classroom). Las últimas dos metodologías han cobrado vigencia recientemente para ser utilizadas por algunos profesores dentro del aula de clase.

En este caso particular, se desea tratar el método de clase invertida, centrada en el aprendizaje interactivo, en donde se aprovechan las oportunidades que brindan las TIC para invertir la clase magistral tradicional y ofrecer a los estudiantes otras formas preparadas por cada profesor para aproximarse al conocimiento antes de la clase presencial (video de clase, podcast, presentaciones, lecturas, entre otras). De esta manera, los estudiantes preparan previamente la lección, de una manera totalmente autónoma e independiente en tiempos extra aula atendiendo a sus propios ritmos e intereses. Durante la clase, el estudiante realiza actividades basadas en la interacción con el conocimiento, con sus pares y con el profesor para solucionar inquietudes, recibir orientación y retroalimentación constante. El propósito central de invertir el aula radica en la posibilidad de liberar tiempo en clase para favorecer la interacción directa entre profesores y estudiantes.

Actualmente los estudiantes tienen acceso a una gran variedad de cursos en línea que ellos utilizan para el desarrollo de su conocimiento. Lo anterior, nos obliga a pensar que una nueva TIC que se desee implementar en un curso debe ser realmente novedosa y atractiva para los estudiantes, con el fin de optimizar recursos económicos y físicos por

parte de las instituciones, además del tiempo en la elaboración de este material por parte del profesor. El objetivo del presente trabajo es mostrar el caso de implementación del método de clase invertida mediante el uso de TIC desarrollado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes, en cursos básicos y masivos tales como: Mecánica de Sólidos Rígidos (MSR) y Probabilidad y Estadística (P&E), y en cursos de profundización como es el caso de Análisis de Sistemas Estructurales (ASE).

Palabras clave: clase invertida; aprendizaje; estudio de caso

Abstract

Universities worldwide have proposed different teaching methods based on the use of information and communication technologies (ICT). Some of these methodologies are massive open online courses (MOOCs), hybrid learning environments (blended learning), or courses under inverted class methodology (flipped classroom). Recently the last two methods have gained popularity and are used by some teachers in their classrooms.

In this particular case, we are focusing on interactive learning with the inverted classroom method for two reasons. First, it takes advantage of the opportunities that ICT provide to flip the traditional lecture. Second, it offers students other forms of approaching to knowledge before class attendance (online class videos, podcast, presentations, lectures, etc.). Therefore, students need to prepare the lessons in an autonomous and independent way, outside the classroom, based on their learning rhythms and interests. During class, students develop activities based on the interaction with knowledge, their peers and teacher to resolve concerns and receive constant guidance and feedback. The main purpose of flipping the classroom is to increase the interaction between teachers and students.

Currently, students have access to a wide variety of online resources that they use to develop their knowledge. The above forces us to think that a new ICT implementation in a course must be novel and attractive to students. It also needs to enhance institutional economic and physical resources and teachers' time to develop course material. The aim of this paper is to show the implementation case of the flipped classroom method using ICT in the School of Engineering at Universidad de los Andes. The courses that employed the methodology are basic and massive courses such as Statics and Probability and Statistics, and specialized courses such as Structural Analysis.

Keywords: *flipped classroom; Learning; case study*

1. Introducción

El uso de TIC en instituciones de educación superior ha promovido que universidades a nivel mundial formulen metodologías de enseñanza basadas en el uso de estas tecnologías. Dichas metodologías modifican la forma en que profesores y estudiantes

interactúan, causando que los métodos de enseñanza tradicionales donde los profesores son los encargados de transmitir conocimiento, se transformen en metodologías en las que el aprendiz interactúa con sus compañeros y profesores y tiene acceso a la información antes de llegar al salón (Brahimi y Sarirete, aceptado). Algunas de estas metodologías son: cursos en línea masivos y abiertos, ambientes híbridos de aprendizaje, o cursos bajo la metodología de clase invertida.

Este artículo se enfoca en el método de clase invertida que aprovecha las oportunidades que brindan las TIC para invertir la clase magistral y ofrecer a los estudiantes formas de aproximarse al conocimiento antes de la clase. Este enfoque de aprendizaje combinado causa que los estudiantes deban preparar las lecciones en tiempos fuera de clase, a su propio ritmo y atendiendo sus intereses. De esta manera, se proveen mejores ambientes de aprendizaje que permiten que los estudiantes se comprometan y se hagan responsables de su aprendizaje (Kim, Kim, Khera y Getman, 2014). Adicionalmente, se busca liberar tiempo de clase para favorecer la interacción entre profesores y estudiantes.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes implementó el método de clase invertida mediante el uso de TIC en cursos de pregrado obligatorios. Los cursos participantes en la innovación son básicos y masivos como MSR y P&E, y en cursos de profundización como es el caso de ASE. En este artículo se presenta el estudio de caso de la Facultad en la implementación de dichos cursos y los resultados de las perspectivas de los estudiantes del curso MSR que ha utilizado esta metodología en dos ocasiones.

2. Contexto

El Centro de Innovación en Tecnología y Educación (Conecta-TE) de la Universidad de los Andes surgió por iniciativa de la Rectoría y la Vicerrectoría Académica. Entre las funciones de Conecta-TE se incluye favorecer la calidad docente por medio del fortalecimiento de la práctica pedagógica a través de la innovación en la educación con apoyo de TIC (Conecta-TE, s.f.). Para cumplir con este objetivo, se han lanzado convocatorias de innovación en docencia en cursos de pregrado, en las que profesores de planta pueden participar para promover ambientes flexibles y colaborativos de aprendizaje y favorecer la autonomía de los estudiantes, entre otros. El Centro además provee asesoría y acompañamiento pedagógico y tecnológico, y apoya la producción de materiales adicionales (v.g. videos) para las innovaciones (Conecta-TE, 2015).

En el segundo semestre del año 2014, la Facultad de Ingeniería participó en dicha convocatoria con los cursos MSR, P&E y ASE, con un profesor de planta en cada caso. En primer lugar, se realizaron reuniones iniciales con el fin de que Conecta-TE conociera en detalle los cursos para poder definir la metodología de trabajo y rediseñarlos. Este proceso duró 6 meses y el desarrollo de materiales adicionales se llevó a cabo en otros 6 meses para poner en marcha los cursos el segundo semestre de 2015.

Sin embargo, como era la primera vez que se emprendía un proyecto con cursos de ingeniería, el enfoque metodológico ofrecido por Conecta-TE era muy general, de manera que los profesores se apropiaron de lo que consideraron más relevante y enmarcaron sus demás ideas en un diseño conceptual respaldado en las modalidades de aprendizaje en el universo de los cursos virtuales. Los profesores de cada curso diseñaron sus videos y las actividades invertidas adicionales según sus contextos individuales.

2.1. MSR (J.P. Casas, comunicación personal, 21 de abril de 2015)

Es un curso fundamental, transversal e importante que se convierte en un punto de declive para los estudiantes, porque su desarrollo se basa en conocimientos que se utilizan para plantear y analizar problemas de ingeniería. Esto implica que el estudiante pudo haber tenido una aproximación a temas del curso en el colegio o en cursos diferentes, no necesariamente enfocados a ingeniería, lo cual causa que en la clase se desarrolle conocimiento nuevo. Por esta razón, el profesor también debe desarrollar criterios en los estudiantes para plantear suposiciones o aproximaciones. Con la metodología invertida se busca fomentar la preparación del tema, promover el autodesarrollo y que ellos se involucren y responsabilicen por su aprendizaje.

La metodología definida, basada en las debilidades de los estudiantes, tiene lecturas y videos como actividades fuera de clase en los que se tocan puntos fundamentales del curso. Adicionalmente, se desarrollaron tres modalidades de problemas (i.e. problemas de nivel 1, 2 y 3) en los que la complejidad va aumentando en cada nivel, los cuales son solucionados y enviados por medio de la herramienta Blackboard®.

Los problemas de nivel 1 hacen referencia a ejercicios básicos de análisis directo y solución única (desarrollo de un problema ideal) que el estudiante realiza luego de preparar la clase. La evaluación de estos problemas, por el profesor, es utilizada para enfocar alguna explicación que sea relevante durante el primer contacto entre él y los estudiantes, durante el tema desarrollado. Los problemas de nivel 2 son enfocados a situaciones reales. Con este tipo de ejercicios se busca que el estudiante este en capacidad de extraer información relevante, ya sea del enunciado o que tenga que ser investigada en la red informática mundial. En los problemas de nivel 3 los fundamentos son necesarios para encontrar algo más que una solución numérica, estos pueden estar enfocados a desarrollar la optimización de una variable, desarrollar un criterio de selección, tener un criterio de diseño o la disminución en costos, útiles para problemas reales. Se espera que con estos ejercicios el estudiante identifique la utilidad de los fundamentos del curso en su vida como ingeniero. Los ejercicios de nivel 2 y 3 se resuelven durante la clase, con el profesor como facilitador y en parejas o grupos. De esta manera, el estudiante entiende que el conocimiento no se adquiere sino que se construye.

2.2. P&E (M. Castillo y A. Bernal, comunicación personal, 23 de abril de 2015)

Es un curso obligatorio para todas las ingenierías dictado por el Departamento de Ingeniería Industrial. En el curso, la metodología invertida se utiliza de la siguiente

manera: 1) antes de clase el estudiante revisa la teoría utilizando videos, lecturas y ejercicios básicos; 2) durante la clase se realiza un quiz virtual de verificación con retroalimentación en tiempo real y se profundiza en el tema para proceder a realizar ejercicios; 3) se proveen soluciones de ejercicios en video para algunas sesiones y se realizan tareas, ejercicios y parciales unificados que sirven como herramienta de comparación, control y desempeño con respecto a las demás secciones tradicionales del curso.

Se espera que con el uso de la metodología se tenga una mayor interacción con los estudiantes y una comunicación más rápida con ellos. Además se busca que el estudiante perciba la importancia del curso y su utilidad independiente de la carrera, pues a este curso los estudiantes muchas veces no le ven aplicación. Con la innovación se identificaron temas relevantes en las diferentes ingenierías que requieren probabilidad y estadística para proponer ejercicios con aplicación en sus propios contextos (relacionados con los temas que les interesan). Esto con el fin de garantizar una conexión entre la clase y su profesión.

2.3. ASE (J.C. Reyes, comunicación personal, 13 de abril de 2015)

Es un curso de profundización en el cual, bajo el modelo tradicional, el profesor expone el tema y ocasionalmente cuenta con la participación de estudiantes al hacer preguntas. Por su parte, el estudiante se dedica a tomar notas, pero no se involucra en el curso. Con la innovación se realizaron videos fuera del salón y la automatización de las tareas, para que a cada estudiante se le asignen ejercicios diferentes. El aprendizaje en este caso se monitorea con el uso de preguntas a medida que avanza el video, causando que el estudiante llegue a la clase preparado para poder realizar otros ejercicios y profundizar en los temas. De esta manera se busca promover mecanismos de participación de los estudiantes que hoy en día son casi nulos, además de involucrar al estudiante en su proceso de aprendizaje.

3. Metodología de investigación y recolección de datos

Si bien la puesta en marcha de clases invertidas iniciará en el segundo semestre de 2015, en el curso MSR se realizaron dos pruebas piloto para evaluar la percepción de los estudiantes con respecto al método. Lo anterior corresponde a una metodología de investigación cualitativa con un enfoque actitudinal que busca conocer el punto de vista o la opinión de un individuo con respecto a un tema en particular (Naoum, 2007).

Los temas del curso en los cuales se evaluó la metodología invertida son: a) sistemas de fuerzas resultantes (SFR) y b) fuerzas y momentos internos (FMI). Se escogió un método de recolección de datos primario que corresponde a trabajo de campo por medio de: 1) un estudio de caso descriptivo de la implementación del método de clase invertida mediante el uso de TIC en cursos de pregrado de la Facultad, 2) una encuesta de percepción para estudiantes y 3) entrevistas semiestructuradas con un grupo focal para profundizar en los aportes de los videos (Naoum, 2007).

3.1. Encuesta estudiantil

La encuesta realizada contiene 5 secciones: 1) aspectos generales de la estrategia pedagógica; 2) satisfacción de los estudiantes; 3) motivación de los estudiantes; 4) carga académica y tiempo de dedicación; 5) aporte de las actividades y recursos. Para los ítems incluidos en cada sección se utilizaron escalas de Likert (con un rango de “Totalmente de acuerdo”, “De acuerdo”, “En desacuerdo”, “Totalmente de acuerdo”) o escalas numéricas (de 1 a 5) para indicar la favorabilidad sobre las afirmaciones o puntajes para las actividades. En algunos casos también se realizaron preguntas cerradas.

Para el tema a) SFR el número de estudiantes que participaron en la encuesta es de 36, mientras que para el tema b) FMI el total de estudiantes participantes es de 11. Debe tenerse en cuenta que la encuesta realizada fue la misma en ambos casos.

3.2. Grupo focal

Con el grupo focal se utilizó una entrevista semiestructurada que buscaba profundizar en los mismos temas de las secciones de la encuesta para conocer las razones de las respuestas encontradas. Las preguntas estaban enfocadas al uso de la plataforma, la metodología, motivación para realizar las actividades, carga académica, y a los videos en general. En este grupo participaron 8 estudiantes.

4. Análisis de resultados

4.1. Aspectos generales de la estrategia pedagógica

Para el tema a) SFR, en primer lugar se indagó por los antecedentes de los estudiantes en cuanto a los cursos de ciclo básico vistos (álgebra lineal, cálculo integral, física 1 y 2). Adicionalmente, se examinó si el estudiante ya había visto la materia. Luego se cuestionó por el grado de acuerdo o desacuerdo con afirmaciones relacionadas con las guías e instrucciones de las actividades dentro y fuera de clase, la relación entre dichas actividades, los contenidos de la plataforma y el trabajo colaborativo para desarrollar actividades. Se encontró que el porcentaje de estudiantes que está de acuerdo con todas las afirmaciones es de 47.2% y superior para esta categoría (hasta 66.7%), totalmente de acuerdo entre 30.6% y 47.2%, y en desacuerdo de 2.8% a 11.1%. El 8.3% de estudiantes estuvieron totalmente en desacuerdo con que el trabajo colaborativo hubiera sido valioso para su proceso de aprendizaje. Los estudiantes del grupo focal afirmaron que el proceso de entrega de ejercicios por medio de la plataforma es dispendioso y no se recibe una confirmación del envío de este.

Con el tema b) FMI, se encontró que el porcentaje de estudiantes que estaba totalmente de acuerdo con las afirmaciones aumentó entre 55% y 64%, de acuerdo entre 27% y 45%, y en desacuerdo 9% a 18%, presentando los mayores porcentajes en el uso de la plataforma y la relación entre las actividades desarrolladas fuera de clase y las presenciales. En este caso, las quejas de los estudiantes están encaminadas a la

complejidad de los ejercicios, pues sienten que no tienen las suficientes herramientas para resolver ejercicios de nivel 3.

4.2. Satisfacción de los estudiantes

La experiencia de los estudiantes alrededor del tema a) SFR fue buena para un 72.2% de los estudiantes y excelente para un 27.8% porque la metodología brindó herramientas que facilitaron la comprensión y/o aplicación del conocimiento, la familiarización con el tema antes de clase hizo que la clase fuera más productiva, y el material de apoyo del curso estuvo alineado y lo complementó. Los estudiantes consideraron que la metodología utilizada en este tema con respecto a las demás temáticas del curso es mejor (69.4%), igual (27.8%) y peor (2.8%). Los estudiantes del grupo focal sintieron que tuvieron mayor acompañamiento por parte del profesor para la resolución de dudas, que la clase en vez de ser con el tablero es con ellos y que los videos son una herramienta valiosa que les permite entender el tema que en algunas ocasiones no queda claro en clase. Los estudiantes están satisfechos con la metodología porque les permite avanzar más rápido debido a que es necesaria una preparación previa de los temas.

Con respecto al tema b) FMI, los estudiantes consideraron que la experiencia alrededor del tema fue excelente (45.5%), buena (36.4%) regular (9.1%) y pobre (9.1%). En este caso los estudiantes sintieron que el tema fue visto de manera superficial, dejando muchas cosas en el aire. No obstante, los estudiantes consideran que los videos les ayudan a preparar clase.

4.3. Motivación de los estudiantes

Los estudiantes estuvieron de acuerdo con sentirse motivados para realizar las actividades del tema a) SFR porque despertaron su curiosidad sobre el tema en un 72%, totalmente de acuerdo (13.9%), en desacuerdo (11.1%) y totalmente en desacuerdo (2.8%). Los estudiantes estuvieron de acuerdo con realizar las actividades por interés propio en un 50%, totalmente de acuerdo (47.2%) y en desacuerdo (2.8%). Cuando se les preguntó si habían realizado las actividades por obtener una buena nota y por obtener un mejor desempeño que sus compañeros, se encontraron menores porcentajes de estudiantes que estuvieran de acuerdo y mayores en desacuerdo. Vale la pena resaltar que los videos son la principal fuente de motivación para los estudiantes debido a que conocían de antemano lo que iba a pasar en la clase y no iban a ser únicamente observadores, como sucede cuando se utilizan metodologías tradicionales.

4.4. Carga académica y tiempo de dedicación

Los estudiantes consideraron que para el tema a) SFR la carga académica había sido adecuada en un 61.1%, un poco alta (30.6%) y un poco baja (8.3%). El tiempo de dedicación promedio para las actividades fue entre 5 y 7 horas en su mayoría, y en términos de la coherencia de las actividades fuera de clase con el aporte al proceso de aprendizaje fue afirmativo en el 77.8% de los casos. De igual manera, las

actividades presenciales tuvieron más coherencia (91.7%) en el aprendizaje según los estudiantes. En el grupo focal se afirmó que la carga académica puede ser incluso menor si se compara con una clase que no cuenta con videos.

Con respecto al tema b) FMI, los estudiantes opinaron que la carga académica fue adecuada en un 63.3%, un poco alta (27.3%) y un poco baja (9.1%). El tiempo de dedicación promedio también fue entre 5 y 7 horas en su mayoría y la coherencia de las actividades fuera de clase (90.9%) fue mayor que la de las actividades presenciales (81.8%), contrario al caso del tema a) SFR.

4.5. Aporte de las actividades y recursos

Los estudiantes consideraron que el aporte de las actividades y los recursos al cumplimiento de objetivos del tema a) SFR se encuentran en promedio entre valores de 3.94 y 4.71, en una escala de 1 a 5. Adicionalmente, aquellos estudiantes que están repitiendo el curso consideraron que las explicaciones presenciales, el desarrollo de ejercicios de nivel 1 y 2, las lecturas de preparación del tema y los videos de introducción aportan en su proceso de aprendizaje (calificaciones entre 3.94 y 4.76), siendo el promedio más bajo el desarrollo de ejercicios de nivel 3. Los resultados encontrados en este caso presentan una diferencia mínima con las calificaciones de los estudiantes que están viendo el curso por primera vez (promedios entre 3.56 y 4.72). Según los estudiantes, los aspectos que se destacan de la metodología son: el desarrollo de ejercicios de diferentes niveles en primer lugar, seguido de las explicaciones presenciales del profesor, la utilización de videos para presentar los temas y la oportunidad de corregir errores y comprender los ejercicios en clase, además del uso de herramientas virtuales.

El aporte de las actividades y recursos al cumplimiento de los objetivos del tema b) FMI está entre 3.5 y 4.3, promedios menores a los encontrados en el caso anterior. El promedio más bajo también lo presenta el desarrollo de ejercicios de nivel 3. En este caso, no se evaluó si había diferencias entre las percepciones de estudiantes que ya habían visto el curso y aquellos que lo estaban viendo por primera vez.

5. Conclusiones

En términos generales, los estudiantes aprecian la metodología de clase invertida porque les permite apropiarse de su conocimiento e involucrarse en su desarrollo profesional. Además, los obliga a llegar preparados a las clases, convirtiéndolos en estudiantes activos y con buenas bases para abordar los contenidos presenciales.

Los estudiantes encuentran una gran motivación en los videos porque despiertan en ellos curiosidad sobre el tema. Esta es una de las actividades que más tiempo requiere por parte del profesor debido a que los detalles dados en el tema pueden influir en la comprensión y entendimiento para el estudiante. En este caso puede afirmarse que el trabajo realizado ha tenido una influencia positiva en la preparación de los estudiantes.

La metodología de clase invertida promueve que el trabajo asociado a 3 créditos se cumpla a cabalidad porque el estudiante debe utilizar todo el tiempo asociado a actividades fuera de clase para prepararse. El tiempo en clase está dedicado a la interacción del profesor con los estudiantes y no del profesor con el tablero, como sucede con metodologías tradicionales.

Adicionalmente, la metodología de clase invertida permite que los estudiantes se enfrenten a problemas que requieren ir más allá de encontrar una solución. Por esta razón, la opinión percibida con respecto a la complejidad de los problemas de nivel 3 evidencia que el método tradicional no promueve la toma de decisiones para solucionar problemas reales de ingeniería.

Una de las grandes sugerencias realizadas por los estudiantes está asociada con el procedimiento para el envío de los ejercicios terminados. Proceso que actualmente necesita más desarrollo para que sea intuitivo y fácil para ellos

Se espera el lanzamiento de los demás cursos para determinar las percepciones de los estudiantes en otros contextos de cursos de pregrado genéricos y especializados, como es el caso de los otros dos cursos mencionados (P&E y ASE).

6. Referencias

- Brahim, T., & Sarirete, A. (Aceptado). Learning outside the classroom through MOOCs. *Computers in Human Behavior*. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.013>
- Conecta-TE. (s.f.). Sobre Conecta-TE. Consultado el 22 de junio de 2015 en <http://conectate.uniandes.edu.co/index.php/conecta-te/sobre-conecta-te>
- Conecta-TE. (2015). Convocatoria de innovación en docencia en cursos de pregrado, con apoyo de TIC. Consultado el 22 de junio de 2015 en http://conectate.uniandes.edu.co/images/pdf/Convocatoria_de_innovacion_en_docencia_2015.pdf
- Kim, M. K., Kim, S. M., Khera, O., & Getman, J. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: an exploration of design principles. *The Internet and Higher Education*, Vol. 22, pp. 37-50. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2014.04.003>
- Naoum, S.G. (2007). *Dissertation Research and Writing for Construction Students*. Butterworth-Heinemann, Oxford.

Agradecimientos

Los autores agradecen la participación del Centro de Innovación en Tecnologías y educación (Conecta-TE) de la Universidad delos Andes, por el acompañamiento prestado en el desarrollo de este proyecto.

Sobre los autores

- **Juan Pablo Casas Rodríguez:** Ingeniero mecánico, Magíster en Ingeniería Mecánica, Ph.D de Loughborough University, Reino Unido. Profesor asociado. jcasas@uniandes.edu.co
- **Laura Ramírez Ramos:** Ingeniera Civil, Magíster en Ingeniería Civil. Coordinadora de proyectos académicos. l.ramirez69@uniandes.edu.co
- **Eduardo Behrentz:** Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería Ambiental, Ph.D de University of California, Los Angeles, USA. Profesor asociado. Decano de la Facultad de Ingeniería. ebehrent@uniandes.edu.co
- **Mario Castillo:** Matemático, Magíster en Administración, Magíster en Análisis y Probabilidad. Profesor titular. mcastill@uniandes.edu.co
- **Juan Carlos Reyes:** Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería Civil, Ph.D. de University of California, Berkeley, USA. Profesor asociado. jureyes@uniandes.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2015 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)