

FORMACIÓN DOCENTE PARA AVANZAR HACIA LA INTRODUCCIÓN DE NUEVAS METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN CARRERAS DE INGENIERÍA

Dominique Müller Pollmann, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, dominique.muller@pucv.cl.
Izaskun Álvarez Aguado, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, izaskun.alvarez@pucv.cl.
Rodolfo Villarroel, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, rodolfo.villarroel@pucv.cl
Laura Griffiths, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, laura.griffiths@pucv.cl

RESUMEN

En carreras de ingeniería, la preocupación por la mejora de la práctica pedagógica es reciente, y la implementación de metodologías promotoras de aprendizaje profundo es aún incipiente. No obstante, las conclusiones de los estudios disponibles evidencian cómo la paulatina incorporación de actividades en pro del aprendizaje profundo en carreras de ciencia y tecnología supone una disminución considerable en las tasas de deserción estudiantil y un aumento en el rendimiento académico. Con el propósito de incrementar el aprendizaje profundo entre los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, se ha diseñado e implementado un programa piloto para la capacitación docente en el uso e incorporación de estrategias metodológicas promotoras de aprendizaje profundo. Se trata de un estudio exploratorio con una muestra de 13 docentes distribuidos en 5 asignaturas de diferentes carreras. El proceso de capacitación ha constado de cinco fases: diagnóstico de necesidades, propuesta metodológica, diseño metodológico, implementación de la estrategia y evaluación de la aplicación. Los resultados evidencian cómo los alumnos de los grupos experimentales presentan un mejor rendimiento académico y un mayor grado de satisfacción y motivación que los estudiantes de los grupos controles.

PALABRAS CLAVES: Deep Learning, Educación Superior, Ingenierías, Formación Docente.

INTRODUCCIÓN

La actualidad en materia de educación superior plantea desafíos que exigen a los docentes asumir un modelo de enseñanza que contribuya al incremento de la participación activa de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje. En carreras de ingeniería, la preocupación por la mejora de la práctica pedagógica es reciente y la implementación de metodologías promotoras de aprendizaje significativo es aún incipiente. No obstante, las conclusiones de diversos estudios evidencian cómo la paulatina incorporación de actividades en pro del aprendizaje activo en carreras de ciencia y tecnología supone una disminución considerable en las tasas de deserción estudiantil y un aumento en el rendimiento académico (Camargo & García, 2009). Sin embargo, la aplicación de herramientas promotoras de aprendizaje activo en las aulas de ingeniería está encontrando serias dificultades para cumplir su propósito: trasladar la responsabilidad del proceso de aprendizaje al alumno. Uno de los principales hándicaps que encuentra la implementación de estas estrategias, es que algunas de ellas han sido diseñadas pensando en un sólo estilo de acceso al aprendizaje o directamente extrapoladas de otras disciplinas no necesariamente afines (Álvarez, Espinoza, Müller, Pascual & Tondreau, 2016). Precisamente, el análisis sobre los estilos de aprendizaje en ingeniería es un tema en auge que permite ir definiendo las herramientas y

recursos a diseñar por los docentes para que el alumno asuma el rol protagonista en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estudios como los de Álvarez y otros (2016) Acevedo, Cavadía y Alvis (2015), Acevedo y Rocha (2011), Espinosa y Estévez (2013), López-Aguado (2011) y Ortiz y Canto (2013), se han dedicado a explorar los estilos de aprendizaje existentes entre el alumnado de ingeniería. Los resultados de estas investigaciones han evidenciado que, efectivamente, existen diversos estilos en el acceso, procesamiento, percepción y comprensión de la información proporcionada. Para garantizar la atención a la diversidad en los estilos de acceso a la comprensión y adquisición de conocimientos, los docentes de ingeniería deben buscar la manera de crear ambientes propicios de aprendizaje, adaptando los procesos de enseñanza de acuerdo a las necesidades y características de los estudiantes (Sepúlveda-Carreño, López, Torres & Luengo, 2011; Bahamón, Vianchá, Alarcón & Bohórquez, 2013; Eishani, Saa'd & Nami, 2014).

MARCO TEÓRICO

El análisis pormenorizado de informes recientes de carácter internacional relacionados con el establecimiento de lineamientos sobre medición de la calidad en instituciones de educación superior (por ejemplo, el Informe de revisión sobre *Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area* (ESG, 2015), los últimos indicadores de calidad en Educación Superior propuestos por el *Council of Regional Accrediting Associations* [CRAC, 2015] o el Informe de Medidas para la Inclusión Social en Instituciones de Educación Superior de América Latina [MISEAL, 2012]) evidencian cómo la incorporación del paradigma inclusivo como aspecto definitorio de calidad educativa va cobrando una relevancia cada vez más notable.

Atendiendo a estos informes, el panorama internacional en materia de acreditación universitaria está incluyendo entre sus postulados la planificación curricular a partir de la medición de la capacidad inclusiva de las mallas curriculares. Este hecho, garantiza la atención a la distinta casuística en el proceso de adquisición y desarrollo de competencias, mediante el diseño e implementación de estrategias que abarcan, de origen, múltiples formas de comprensión, expresión y evaluación del aprendizaje. En el contexto español, por ejemplo, la Ley Orgánica de Universidades 4/2007, mantiene esta filosofía en sus textos haciendo que la atención a la diversidad de estilos de aprendizaje en la universidad esté claramente regulada para su puesta en funcionamiento. En el ámbito anglosajón, por su parte, son numerosas las iniciativas (respaldadas por normativas legales explícitamente alineadas con principios inclusivos) que empiezan a operar y diseñar sus currículos a la luz de estos preceptos. El ejemplo más notorio es el de la Universidad de Harvard, que ha puesto en marcha el *National Center on Universal Design for Learning*, un centro específico para regularizar el aseguramiento de la inclusión en los currículos universitarios. Entre otros resultados, la asunción de estos criterios ha supuesto un ahorro considerable del gasto en materia educativa al reducirse el número de adaptaciones o modificaciones curriculares necesarias en carreras de pregrado (Meyer & Rose, 2006).

El grueso de investigaciones disponibles en materia de inclusión en educación superior en Chile, se han focalizado en el estudio de las oportunidades de acceso igualitario del alumnado a carreras de pregrado atendiendo a su situación sociocultural, a diferencias con respecto al género y a situaciones específicas de necesidades educativas permanentes a consecuencia de una discapacidad. En este sentido, la realidad actual, advierte mejoras en relación a la incursión igualitaria en educación superior. No obstante, carece de datos que evidencien cómo se está garantizando la atención a los distintos enfoques y estilos de aprendizaje de todo alumnado desde la planificación metodológica y los procedimientos evaluativos de los diferentes programas que

configuran las mallas curriculares. Este último aspecto impacta fuertemente sobre uno de los pilares fundamentales de la Ley General de Educación (20.370/2009): la creación de currículos accesibles e inclusivos que contemplen la diversidad de estudiantes dentro de las aulas. De hecho, el mismo Art. 3 de esta Ley, manifiesta cómo la atención a la diversidad según el modo particular de gestionar el aprendizaje es uno de los principales aspectos garantes del derecho al acceso a la educación en igualdad de oportunidades. En esta misma línea, uno de los estándares de evaluación de calidad en el proceso de acreditación de carreras de pregrado, según el Art.28 de la Ley de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (20.129/2009), versa sobre la capacidad de respuesta metodológica con la que cuentan las distintas mallas curriculares para satisfacer los requerimientos y estilos de aprendizaje de todos los estudiantes.

Precisamente, uno de los desafíos emergentes, a nivel de política pública en el contexto chileno, tiene que ver con la identificación de criterios específicos comunes que faciliten la estandarización de datos en cuanto a la medición de la calidad de las instituciones de educación superior en términos inclusivos a escala microcurricular (Álvarez y otros, 2016). Este hecho se convierte en un objetivo más desafiante en carreras de corte científico-tecnológico, en las que la preocupación por los aspectos más pedagógicos, metodológicos o evaluativos de las mallas curriculares cuenta con una trayectoria más bien reciente. De hecho, por ejemplo, organismos de acreditación como la Agencia Acreditadora del Colegio de Ingenieros de Chile, está incluyendo entre sus principios, matices inclusivos relacionados con la flexibilidad metodológica que han de presentar los currículos en ciencia y tecnología para garantizar la calidad del aprendizaje, dado que redundan en profesionales mejores y con mayores competencias (Tocci, 2013).

La garantía de la inclusión a nivel microcurricular pasa necesariamente por el aseguramiento de la atención a la diversidad de estilos que tienen los estudiantes a la hora de acceder, procesar y asimilar la información que reciben. En este sentido, numerosos autores sostienen que el aprendizaje activo se configura como el enfoque por excelencia para asegurar dicha atención. El aprendizaje activo, además de situar al estudiante como protagonista en el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilita la implementación de variadas estrategias, herramientas y recursos que, a su vez, abarcan multiplicidad de opciones para presentar, asimilar y procesar la información. Precisamente, en el ámbito de la ciencia y tecnología, capacitar a los docentes en la planificación de sesiones que redunden en la incursión de la diversidad estilística existente es uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la educación superior en la actualidad, sobre todo, por la cantidad de beneficios que conlleva.

METODOLOGÍA

Con el propósito de incrementar el aprendizaje activo entre los estudiantes de carreras de ingeniería en la Región de Valparaíso, se ha diseñado e implementado un programa piloto para la capacitación docente en el uso e incorporación de estrategias metodológicas activas en el aula. Se trata de un estudio exploratorio con una muestra de 13 docentes distribuidos en 5 asignaturas de diferentes carreras de ingeniería: Ingeniería Civil Bioquímica, Ingeniería Informática, Ingeniería Industrial e Ingeniería de Transporte. Para cumplir el citado propósito, este plan piloto ha focalizado la capacitación docente en cuatro metodologías: *Flipped Classroom*, *Peers Instruction*, *Problem Based Learning* y *Project Based Learning*.

Tabla 1. Metodologías susceptibles de ser implementadas

<i>Flipped Classroom</i>	Estrategia de aprendizaje activo que transfiere determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y usa el tiempo de clase para facilitar y potenciar procesos de adquisición y práctica de conocimientos.
<i>Peers Instruction</i>	La instrucción entre pares busca que los alumnos aprendan no sólo del profesor, sino también de las discusiones dentro de la sala de clases con sus compañeros. También les ayuda a desarrollar su pensamiento crítico, a la vez que permite utilizar la clase para profundizar en los elementos más complicados del material que se está estudiando.
<i>Problem Based Learning</i>	Mientras que en el método tradicional primero se expone la información y posteriormente se busca su aplicación para la resolución de un problema, en el caso del <i>Problem Based Learning</i> primero se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y, finalmente, se retoma el problema.
<i>Project Based Learning</i>	El método consiste en la realización de un proyecto, normalmente de cierta envergadura y en grupo. Ese proyecto ha sido analizado previamente por el docente para asegurarse de que el estudiante tiene todo lo necesario para resolverlo y que en su resolución desarrollará todas las habilidades y capacidades que se desea. El <i>Project Based Learning</i> pretende desarrollar motivación hacia la búsqueda y producción de conocimientos dado que a través de atractivas experiencias de aprendizaje se desarrollan y aplican habilidades.

El proceso de capacitación ha constado de cinco fases secuenciales: diagnóstico de necesidades, propuesta metodológica, diseño metodológico, implementación de la metodología y evaluación de la aplicación. Además del asesoramiento personalizado para cada una de las fases descritas, los docentes participantes han asistido a cinco talleres en los que se han abordado temáticas relacionadas con el aprendizaje activo.

Tabla 2. Fases del proceso de innovación docente

Diagnóstico de necesidades	Se lleva a cabo una entrevista personalizada con el docente. En dicha instancia, y mediante una rúbrica diagnóstica, se detectan las principales fortalezas y debilidades de la asignatura, las necesidades evidenciadas por el docente y los estudiantes en relación al diseño metodológico y los procedimientos evaluativos utilizados.
Propuesta metodológica	Se decide, en conjunto, y en función del diagnóstico de necesidades previo, en qué temática o contenido se va a implementar la innovación. Igualmente se define el objetivo de dicha implementación, el tipo y modalidad de aplicación, así como el procedimiento evaluativo más adecuado.

Diseño metodológico	Se procede a co-diseñar el plan de innovación. Se estructuran los pasos a seguir para la implementación de la estrategia seleccionada con anterioridad. Asimismo, se definen las pautas de trabajo para los estudiantes y se preparan los insumos oportunos a efectos evaluativos.
Implementación de la estrategia	En esta fase se ejecuta el diseño metodológico planificado anteriormente. La implementación de la innovación puede variar en términos de tiempo o modalidad. Durante esta etapa, el equipo asesor sigue facilitando apoyo al docente y retroalimentando el proceso.
Evaluación de la implementación	Corresponde a la última fase del proceso de innovación. La evaluación se efectúa a varios niveles: en relación a la mejora de los resultados de aprendizaje de los estudiantes, atendiendo al grado de satisfacción de los alumnos y el docente con respecto a la metodología implementada, y midiendo la efectividad del plan piloto de capacitación docente diseñado.

RESULTADOS

El diagnóstico inicial para cada una de las asignaturas intervenidas ha evidenciado necesidades de tipo motivacional, de profundización conceptual, de actitudes colaborativas y de actualización metodológica. Del mismo modo, la metodología a aplicar en cada una de ellas también ha variado: en las asignaturas de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil Bioquímica se han aplicado herramientas puntuales cuyos diseños e implementaciones no requerían de excesiva planificación. Sin embargo, en las asignaturas de Ingeniería de Transporte e Ingeniería Informática, las intervenciones han sido parciales, modificándose varios módulos de las mismas y, en consecuencia, exigiendo mayor grado de preparación y más extensión temporal para su aplicación.

Tabla 3. Asignaturas intervenidas y metodologías implementadas

Teoría de Sistemas	Asignatura de Ingeniería Industrial. Se ha realizado una intervención puntual relacionada con la incorporación de algunas herramientas específicas de aprendizaje activo para incrementar el nivel de motivación de los estudiantes.
Fundamentos de Modelos Probabilísticos	Asignatura de Ingeniería Industrial. Se ha realizado una intervención puntual a partir del uso de mapas mentales para afianzar la comprensión de algunos conceptos dificultosos o complejos.
Introducción a la Ingeniería de Transporte	Asignatura de Ingeniería de Transporte. Se han realizado dos intervenciones parciales en dos de los módulos de este ramo. Se han planificado

	varias sesiones a partir de <i>Problem Based Learning</i> y <i>Project Based Learning</i> .
Fundamentos de Algoritmos	Asignatura de Ingeniería Informática. Se ha realizado una intervención parcial. Se han planificado varias sesiones de un módulo del ramo en formato <i>Flipped Classroom</i> .
Introducción a la Ingeniería Bioquímica	Asignatura de Ingeniería Civil Bioquímica. Se ha realizado una intervención puntual mediante la herramienta <i>Peers Instruction</i> para incrementar el trabajo colaborativo entre los estudiantes.

Bajo el objetivo de evidenciar los resultados de la implementación en términos de mejora de los aprendizajes y percepción de los participantes, a continuación se presentan los resultados que los autores Rodolfo Villarroel y Laura Griffiths pudieron recopilar a lo largo de la implementación de la estrategia *Flipped Classroom* en un módulo de aprendizaje de la asignatura de Fundamentos de Algoritmos (ver Griffiths, Villarroel & Ibacache, 2016). Se parte de la hipótesis de que la aplicación del modelo de *Flipped Classroom* puede mejorar los resultados obtenidos por los estudiantes en la evaluación integral del módulo del curso intervenido. Para la experiencia piloto, los 80 estudiantes de esta asignatura fueron divididos en dos secciones: una sección fue sometida al modelo de aula invertida con sesiones de trabajo colaborativo en aula (grupo experimental), mientras que la otra sección mantuvo el modelo de aula tradicional (grupo de control). La evaluación integral del módulo para los estudiantes de ambas secciones fue una prueba escrita cronometrada que contenía dos problemas específicos que debían ser resueltos utilizando subrutinas (funciones y procedimientos), el puntaje máximo que el estudiante puede obtener en la evaluación es de 60 puntos. El estudio evaluó el desempeño (puntajes obtenidos) en la evaluación integral entre los estudiantes de la sección en la que se aplicó el modelo de aula invertida y los estudiantes de la sección en la que se aplicó el modelo de aula tradicional.

Tabla 4. Puntajes promedio de los grupos control y experimental

Grupo	n	Puntaje Promedio	Varianza
Control	42	35,24	141.698
Experimental	38	43,95	143.780

Se realizó una prueba *t* para muestras independientes para evaluar si los puntajes obtenidos por cada uno de los grupos en la evaluación del módulo difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias. Los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas de puntajes en la evaluación integral del módulo, entre los estudiantes de la sección en la que se aplicó el modelo de aula invertida y los estudiantes de la sección en la que se aplicó el modelo de aula tradicional.

Con respecto a la opinión de los estudiantes de la asignatura de Fundamentos de Algoritmos sobre algunos de los aspectos del modelo didáctico aplicado, a partir de una encuesta anónima y voluntaria vía Aula Virtual, se ha evidenciado cómo para el 70,6% la actividad desarrollada en aula permitió mejorar su desempeño en las evaluaciones del módulo, aumentó su interés y motivación por la asignatura, y favoreció el aprendizaje de los contenidos, la comunicación con el profesor y la comprensión de los problemas. El 64.7% de los estudiantes piensa que el trabajo

colaborativo ha favorecido la interacción social con sus compañeros. Los resultados sugieren que, en general, los estudiantes del curso tienen una opinión positiva sobre el modelo didáctico aplicado y creen que es beneficioso para su proceso de aprendizaje y desempeño en el curso. Por otra parte, también se ha evaluado el grado de satisfacción de los docentes. En términos generales, la satisfacción de los docentes con las innovaciones implementadas y el diseño de la capacitación y formación recibida ha sido elevada. En relación a las intervenciones, los docentes encuestados advierten mejoras considerables en la motivación de los estudiantes, en su grado de compromiso con la actividad y en su nivel de participación. Sin embargo, también han mencionado algunas de las dificultades o hándicaps a los que han tenido que hacer frente durante los procesos de implementación: la necesaria actualización pedagógica para el diseño de las actividades, el cálculo del tiempo a destinar para cada una de estas actividades o, incluso, la resistencia al cambio inicial por parte de algunos estudiantes.

CONCLUSIONES

Para garantizar la atención a la diversidad desde el ámbito más micro del curriculum, es necesario que los docentes asuman un enfoque de aprendizaje activo y diseñen sus clases atendiendo a los principios que lo subyacen. En disciplinas relacionadas con el área STEM, la asunción de este tipo de aprendizaje es aún incipiente. No obstante, las experiencias existentes al respecto evidencian mejoras significativas en los niveles de comprensión, motivación, participación y trabajo colaborativo entre los estudiantes. Además, las distintas instancias de aprendizaje activo facilitan la incursión de múltiples herramientas y recursos de aprendizaje que facilitan el abordaje de los distintos estilos de aprendizaje existente entre los alumnos. Con el fin de incrementar el aprendizaje activo entre estudiantes de ingenierías, se ha diseñado e implementado un programa piloto para la capacitación docente en el uso e incorporación de estrategias metodológicas activas en el aula. Se trata de un estudio exploratorio con una muestra de 13 docentes distribuidos en 5 asignaturas de diferentes carreras de ingeniería. Este plan piloto ha focalizado la capacitación docente en cuatro metodologías: *Flipped Classroom*, *Peers Instruction*, *Problem Based Learning* y *Project Based Learning*. Los resultados de la implementación en términos de mejora en los aprendizajes para la asignatura de Fundamentos de Algoritmos (asignatura en la que se ha pilotado este impacto) manifiestan cómo tras la intervención, los puntajes en la evaluación del módulo intervenido son significativamente superiores en el grupo experimental que en el grupo control. En cuanto a la satisfacción de los estudiantes y profesores con respecto a las innovaciones implementadas en esta y en el resto de asignaturas intervenidas, las encuestas aplicadas evidencian grados de satisfacción altos y beneficios considerables en relación a la comprensión conceptual, motivación y participación activa en el proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto Nueva Ingeniería para el 2030 de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Proyecto CORFO 14ENI2-26905.

REFERENCIAS

Acevedo, C. & Rocha, F. (2011). Estilos de Aprendizaje, género y rendimiento Académico, Revista Estilos de Aprendizaje: 8(8), 71-84.

Álvarez, I.; Espinoza, J., Müller, D, Pascual, J. & Tondreau, J.P. (2016). Desafíos que plantea el

estudio de los estilos de aprendizaje de estudiantes de ingeniería civil industrial en términos de planificación docente (*in proceeding*).

Acevedo, D., Cavadia, S. & Alvis, A. (2015). Estilos de aprendizaje de los estudiantes de la facultad de ingeniería de la Universidad de Cartagena (Colombia), *Formación Universitaria*: 4, 1522.

Bahamón, M., Vianchá, M., Alarcón, L. & Bohórquez, C. (2013). Estilos y estrategias de aprendizaje relacionadas con el logro académico en estudiantes universitarios, *Pensamiento Psicológico*: 11(1), 115-129.

Cakir, S. (2014). The Survey of Academic Procrastination on High School Students with in Terms of School Burn-out and Learning Styles, *Procedia Social and Behavioral Sciences*: 114, 654-662.

Eishani, K., Saa'd, E. & Nami, Y. (2014). The Relationship Between Learning Styles And Creativity, *Procedia Social and Behavioral Sciences*: 114 (1) 52-55.

Espinosa, C. & Estévez, G. (2013). Auto-conocimiento de los estilos de aprendizaje, aspecto esencial en la actividad de estudio, *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*: 11(3) 123-137.

Felder, R. & Soloman, B. (1997). Index for Learning Styles Questionnaire. Retrieve March 2016, from <https://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>

Gegit, Y. & Delihasan, S. (2014). Learning Styles of Candidates of Engineering Teaching, *Procedia Social and Behavioral Sciences*: 120 (2) 621-628.

Griffiths, L., Villarroel, R., & Ibacache, D. (2016) Implementación del Modelo de Aula Invertida para el aprendizaje activo de la programación en ingeniería.

López-Aguado, M. (2011). Estilos de aprendizaje, Diferencias por género, curso y titulación, *Revista Estilos de Aprendizaje*: 7 (7), 109-134.

Meyer, A., & Rose, D. (2006). *A practical reader in universal design for learning* (Eds. Rose, D. y Meyer, A.). Cambridge, MA: Harvard Education Press.

Ortiz, A. & Canto, P. (2013). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de Ingeniería en México, *Revista Estilos de Aprendizaje*: 11(11), 1-12.

Sepúlveda-Carreño, M., López, M., Torres, P. & Luengo, J. (2011). Diferencias de género en el rendimiento académico y en el perfil de estilos y de estrategias de aprendizaje en estudiantes de química y farmacia de la Universidad de Concepción, *Revista Estilos de Aprendizaje*: 7(7), 1-19.

Shinnick, M.A. & Woo, M. (2015). Learning style impact on knowledge gains in human patient simulation, *Nurse Education Today*: 35 (1) 63-67.

Tocci, A. (2013). Estilos de aprendizaje de los alumnos de ingeniería según la programación neuro lingüística, *Revista estilos de aprendizaje*: 11(12), 12-20.