

## **IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE AULA INVERTIDA PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE LA PROGRAMACIÓN EN INGENIERÍA.**

Laura Griffiths, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, laura.griffiths@pucv.cl  
Rodolfo Villarroel, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, rodolfo.villarroel@pucv.cl  
Delia Ibacache, Universidad de Playa Ancha, delia.ibacache@upla.cl

### **RESUMEN**

En la actualidad el aula invertida ha ido ganando popularidad en la educación superior. Este modelo didáctico pedagógico entrega a los estudiantes los contenidos específicos de un curso a través de lecciones previamente grabadas en audio o video para que los conozcan y comprendan fuera del aula, de manera que el tiempo en aula se utilice para realizar actividades colaborativas en las que se promueva la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de actitudes y valores. Muchos de los cursos de programación aún utilizan un modelo de enseñanza-aprendizaje tradicional, en el que se revisan los contenidos dentro del aula y las tareas prácticas son realizadas por los estudiantes generalmente de forma individual fuera del aula. Considerando los grandes desafíos que enfrenta la enseñanza de la programación debido a sus altas tasas de fracaso y deserción y con el propósito de mejorar el aprendizaje significativo de los estudiantes y el desarrollo de competencias específicas y genéricas, se ha implementado el modelo de aula invertida en un curso de programación introductorio en la carrera de Ingeniería Civil Informática. En el presente artículo se exponen y discuten los primeros resultados de la evaluación de la efectividad de este modelo, los que evidencian un aumento en los aprendizajes de los estudiantes y en su motivación por el curso.

**PALABRAS CLAVE:** aula invertida, aprendizaje colaborativo, enseñanza de la programación, metodología activa.

### **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la programación de computadores es considerada una habilidad práctica muy importante en los graduados de diversas carreras de ingeniería, por lo cual se ha transformado en un componente esencial en sus respectivos programas de pregrado (McCracken, 2001; McGettrick et al., 2005; Law et al., 2010; Lahtinen et al., 2005).

Diversos autores (McGettrick et al., 2005; Gomes y Mendes, 2007; Xue, 2008; Lam et al., 2008; Law et al., 2010; Lahtinen et al., 2005) coinciden en que aprender a programar es un gran reto para los estudiantes, ya que muchos de ellos presentan dificultades en el desarrollo de las habilidades necesarias y consideran que los conceptos de programación son complejos de entender y aplicar. Lo anterior, se manifiesta en las altas tasas de deserción y fracaso que tienen los cursos introductorios de programación a nivel universitario (Robins et al., 2003; Wiedenbeck et al., 2004; Bennedsen y Caspersen, 2007).

La carrera de Ingeniería Civil Informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), no se encuentra ajena a esta realidad. El curso introductorio de programación "Fundamentos de Algoritmos" dirigido a estudiantes de primer año ha tenido tasas de reprobación promedio del 33% durante el período 2013-2015. La mayoría de los inscritos en este curso son jóvenes que recién ingresan a la universidad y se enfrentan por primera vez a una asignatura de programación. La reprobación se debe principalmente a que en este curso los estudiantes deben desarrollar la capacidad de resolver problemas mediante un enfoque

algorítmico, lo que requiere mucha dedicación y práctica de su parte, pero también una constante guía, apoyo y retroalimentación en el proceso por parte del docente.

Predominantemente, este curso se ha impartido utilizando una metodología tradicional centrada en la enseñanza. Durante las clases en aula el profesor transmite los contenidos, presenta problemas de ejemplo y los resuelve en la pizarra. Si bien, algunos estudiantes hacen consultas durante la clase o participan activamente en el desarrollo de la solución de los problemas propuestos; la mayoría solo toma notas. Posteriormente, el profesor publica una guía de ejercicios en el Aula Virtual, que el estudiante puede resolver con el propósito de prepararse para las evaluaciones sumativas.

En el desarrollo de las competencias de programación se debe distinguir entre conocimientos y habilidades. El conocimiento se refiere a los hechos, definiciones, constructos del lenguaje, algoritmos específicos, etc., mientras que las habilidades son las estrategias para su uso (Bennedsen y Caspersen, 2007). Bajo la metodología previamente descrita, si bien los contenidos son transmitidos efectivamente por el profesor en el aula, la aplicación de los mismos (desarrollo de habilidades) es realizada por los estudiantes fuera del aula, habitualmente de forma individual sin la guía, supervisión y retroalimentación por parte del docente. Además, Biggs (2010) señala que este tipo de metodología es bastante ineficaz en la estimulación del pensamiento de orden superior y no inspira un cambio actitudinal favorable en los estudiantes.

En resumen, la metodología tradicional está orientada principalmente a que el estudiante reciba de manera efectiva un conjunto de conocimientos, pero no enfatiza los aspectos procedimentales y actitudinales necesarios en la formación de cualquier graduado en el ámbito de la ingeniería. De allí que la búsqueda, implementación y evaluación de nuevas metodologías centradas en el aprendizaje sea una tarea obligatoria, necesaria y fundamental, para los profesores de estas asignaturas. En consecuencia, los docentes del curso Fundamentos de Algoritmos, han participado en diversos talleres de formación en docencia universitaria y experiencias de innovación en la PUCV (Villaruel y Hermosilla, 2014).

En el presente año, la Universidad a través del Proyecto Ingeniería 2030 y en colaboración con la Unidad de Mejoramiento de la Docencia Universitaria, ha puesto en marcha un plan piloto que tiene como propósito apoyar el diseño e implementación de cambios metodológicos en las asignaturas de Ingeniería. En este contexto, se ha llevado a cabo una primera experiencia de implementación del modelo de aula invertida en uno de los módulos de la asignatura Fundamentos de Algoritmos.

Se ha seleccionado el modelo de aula invertida para este curso, ya que favorece el logro de los aprendizajes esperados, pues promueve que las categorías de orden inferior (recordar y comprender) sean alcanzadas por el estudiante fuera del aula, mientras que en el aula focaliza la atención en el logro de las categorías de orden superior (aplicar, analizar, evaluar y crear) en la taxonomía de Anderson y Krathwohl (2001), de tal forma que el docente pueda estar presente en el momento más importante y relevante del proceso de aprendizaje de sus estudiantes para orientarlos, apoyarlos y retroalimentarlos oportunamente (Johnson y Renner, 2012). En resumen, este modelo permite no solo la adquisición de conocimientos y habilidades, sino también el desarrollo de las competencias necesarias para manipularlos y aplicarlos en contextos nuevos.

Por otra parte, este modelo promueve el aprendizaje activo y la autonomía de los estudiantes, mientras que el docente se convierte en un guía y facilitador en lugar de un mero transmisor de

conocimiento. Además, fomenta la interacción social y el aprendizaje colaborativo entre los estudiantes dándoles especial relevancia a estos aspectos.

Este trabajo en progreso es un primer intento por evaluar la efectividad del modelo de aula invertida en comparación con un modelo de aula tradicional en el curso Fundamentos de Algoritmos de la PUCV. Este artículo incluye, una descripción del modelo de aula invertida, su aplicación en el curso, los resultados obtenidos en un cuasi-experimento realizado para evaluar su efectividad, las observaciones de los docentes sobre la actividad en aula, la valoración que los estudiantes le dan a este enfoque, las conclusiones finales y trabajos futuros.

### **AULA INVERTIDA (FLIPPED CLASSROOM)**

El modelo de aula invertida está recibiendo cada vez mayor atención en círculos dedicados a la educación y en prensa especializada (Johnson y Renner, 2012) gracias a los beneficios y efectividad que está comenzando a demostrar (Bennet et al., 2011; Talbert, 2012).

Existen varias definiciones en la literatura sobre aula invertida, Lage *et al.* (2000) señalan que, “invertir la clase significa que los acontecimientos que tradicionalmente han tenido lugar en el aula ahora se llevarán a cabo fuera del aula, y viceversa“. Esta definición establece que este modelo representa una simple reorganización de las actividades dentro y fuera del aula, sin embargo su aplicación práctica ha demostrado que es más que eso y que puede tener múltiples variaciones (Lage *et al.*, 2000; Foertsch *et al.*, 2002; Toto y Nguyen, 2009; Zappe *et al.*, 2009; Warter-Perez y Dong, 2012; Bergman y Sams, 2012). Precisando la definición anterior Brame (2013) establece que invertir el aula significa que los estudiantes adquieren el primer contacto con un nuevo material fuera del aula, por lo general a través de lecturas o lecciones en video, y luego el tiempo en aula se usa para realizar el trabajo más difícil de asimilación del conocimiento a través de estrategias tales como la resolución de problemas, desarrollo de proyectos, estudio de casos, discusión, debate, etc.

En resumen, se puede indicar que el aula invertida es un modelo didáctico-pedagógico que incluye actividades de aprendizaje significativo, personalizado y colaborativo que se realizan en el aula e instrucción individual directa basada en computador realizada fuera del aula.

Una característica importante de este modelo es el cambio en los roles profesor-estudiante con respecto al modelo tradicional. Aquí, el profesor asume un rol de guía, facilitador y colaborador durante el proceso de aprendizaje de los estudiantes y deja de ser la fuente única de conocimiento. Los estudiantes por su parte asumen un rol activo y protagónico en el proceso, ya que no solo son responsables de la adquisición y asimilación de los contenidos de manera previa a la clase, sino que deben participar en las diversas actividades prácticas realizadas en el aula en colaboración con sus pares. Otro atributo destacable respecto al modelo tradicional es que en el aula invertida se pasa de una mera cobertura del contenido al dominio de los mismos por parte de los estudiantes.

Entre las múltiples ventajas asociadas al modelo de aula invertida podemos destacar:

- **Se adapta al ritmo de los estudiantes:** al entregar el contenido de forma asincrónica, no existe la limitación de tiempo impuesta por una sesión en aula, por lo cual los estudiantes pueden acceder y ver el material cuantas veces deseen y durante el tiempo que requieran. Si quedan con dudas puede hacer preguntas específicas al profesor en la siguiente sesión en aula.

- **Optimiza el trabajo del docente en el aula:** al liberar al profesor de la transmisión de conocimiento a través de la clase magistral, este puede invertir el tiempo en aula en la interacción con sus estudiantes mientras se está produciendo el aprendizaje activo, proporcionándoles una atención más personalizada y retroalimentación oportuna.
- **Permite evaluar el proceso de aprendizaje y no solo los resultados:** al desarrollar actividades en el aula en las que los estudiantes apliquen sus conocimientos es posible realizar evaluaciones formativas, co-evaluaciones y auto-evaluaciones durante el proceso, permitiendo al docente identificar las debilidades y fortalezas de sus estudiantes.
- **Permite detectar errores conceptuales generalizados:** dedicar tiempo en aula a actividades de aplicación de los conceptos proporciona a los profesores la oportunidad de detectar errores, en particular aquellos que están generalizados entre los estudiantes.
- **Facilita el aprendizaje cooperativo y colaborativo en el aula:** el estudio previo de los contenidos junto con el desarrollo en el aula de actividades grupales en las que se fomente la discusión entre pares, permite que cada estudiante pueda reforzar y solidificar su comprensión de los conceptos.
- **Favorece el desarrollo de competencias genéricas:** la necesidad de estudiar previamente los contenidos, favorece la responsabilidad, la autonomía, la capacidad de investigación, el aprendizaje y actualización permanente. Por otra parte, realizar trabajos en equipo promueve la creatividad, el pensamiento crítico, la toma de decisiones, el logro de metas comunes, la organización y planificación del tiempo, la comunicación oral y escrita y el desarrollo de habilidades interpersonales.

Finalmente, se puede destacar que existen evidencias en el área de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en el ámbito universitario que prueban las ganancias significativas de aprendizaje que el modelo de aula invertida puede producir en comparación a una estructura de clase tradicional (Moravec *et al.*, 2010; Deslauriers *et al.*, 2011; Berrett, 2012; Talbert, 2013a; Talbert, 2013b; Freeman *et al.*, 2014).

## **EXPERIENCIA PILOTO DE APLICACIÓN DE AULA INVERTIDA**

### **Descripción del curso**

El curso seleccionado para esta experiencia piloto está dirigido a los alumnos matriculados en el primer año de la carrera de Ingeniería Civil en Informática, de la Facultad de Ingeniería de la PUCV. Este curso denominado “Fundamentos de Algoritmos” es de carácter obligatorio y pertenece al área de ciencias de la ingeniería de la actual malla curricular. En él se estudian los conceptos y herramientas necesarias para resolver problemas utilizando una metodología de programación. El curso incluye tres módulos:

- 1) Introducción a la programación estructurada,
- 2) Subrutinas (funciones y procedimientos),
- 3) Introducción a las estructuras de datos.

El plan de evaluación contempla para cada uno de los módulos la realización de una prueba integral de cátedra, un control de ayudantía y un control de laboratorio. Al final del semestre los alumnos deben rendir un examen.

## **Diseño y descripción de la experiencia**

La experiencia piloto, fue realizada durante el primer semestre del año 2016. El curso tiene un total de 80 estudiantes inscritos, los que fueron divididos en dos secciones. Durante el desarrollo del primer módulo del curso, en ambas secciones se aplicó la metodología tradicional. En el desarrollo del segundo módulo se realiza un cuasi-experimento, en el que una sección fue sometida a un 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).

Para aplicar el modelo de aula invertida en el grupo experimental, se diseñó y elaboró un videotutorial con una duración de aproximadamente 7 minutos, que resumía los conceptos clave sobre subrutinas (funciones y procedimientos). El video fue elaborado utilizando **Powtoon** y un enlace al mismo fue publicado en el Aula Virtual del curso. Este video era un complemento al material instruccional escrito diseñado para el módulo que incluye los conceptos de subrutinas y ejemplos de problemas resueltos. Los estudiantes debían revisar este material y el video antes de la actividad práctica a realizar en aula.

Para las clases en aula, se diseñó una actividad de aprendizaje colaborativo, la que fue realizada durante 3 sesiones, que además constituía una evaluación de tipo formativa. En la primera sesión el profesor presenta al curso un resumen de los conceptos clave del módulo utilizando un mapa conceptual. Posteriormente se describe el propósito de la actividad a realizar, las etapas que incluye, la duración de cada etapa y los resultados de aprendizaje esperados. Se presentaron al curso un set de problemas, que debían ser resueltos utilizando procedimientos y funciones. Durante esta sesión los estudiantes en parejas resolvieron uno de los problemas presentados por el profesor.

En la segunda sesión, todas aquellas parejas que resolvieron el mismo problema se reúnen formando un equipo. Cada pareja presenta su solución al equipo al que pertenece, la que es revisada y discutida. Posteriormente, cada equipo elabora una solución grupal consensuada.

En la tercera sesión, cada equipo expone frente al curso el problema que le correspondió resolver colaborativamente, su análisis, diseño del algoritmo y codificación. El resto de los alumnos puede hacer consultas, dar opiniones y proponer mejoras a la solución, el profesor entrega una retroalimentación final a cada equipo.

En la actividad post-clase cada equipo, prueba su solución en el computador (aplicando un set de datos de prueba) la corrige si es necesario y la documenta. Una vez que el programa compila y funciona correctamente, el equipo lo guarda en una carpeta disponible en el Aula Virtual, para compartirla con el resto de sus compañeros.

Por otra parte, en el grupo de control el profesor expuso el material instruccional diseñado para el módulo que incluye los contenidos correspondientes y desarrolló los problemas de ejemplo en la pizarra. Además, se dejó a disposición de los estudiantes del grupo de control el mismo set de problemas propuestos al grupo experimental, para que los resolvieran individualmente.

### Pregunta de investigación, hipótesis y resultados

La pregunta de investigación planteada en el presente estudio es: ¿Puede mejorar los resultados obtenidos por los estudiantes, la implementación de un modelo de aula invertida, en la evaluación integral de uno de los módulos del curso Fundamentos de Algoritmos?

La variable independiente elegida en el diseño cuasi-experimental fue el modelo didáctico-pedagógico aplicado (aula invertida - aula tradicional). La variable dependiente es el puntaje obtenido por los estudiantes en la evaluación integral del módulo.

Se han definido las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis nula (H0):**  $\mu_i = \mu_t$  (No hay 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).
- **Hipótesis alternativa (H1):**  $\mu_i \neq \mu_t$  (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).

La evaluación integral del módulo para los estudiantes de ambas secciones fue una prueba de lápiz y papel 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 del segundo módulo del curso, 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. La Tabla 1 muestra el tamaño de cada grupo comparado, el puntaje promedio obtenido por cada grupo en la evaluación del módulo y la varianza.

Tabla 1. Resumen de Resultados

Sección/Grupo	n	Puntaje Promedio Evaluación Integral Módulo 2	Varianza
Sección 1 / Control	42	<b>35.24</b>	141.698
Sección 2 /Experimental	38	<b>43.95</b>	143.780

Se realizó una prueba  $t$ , 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 grados de libertad calculados fueron  $\alpha = 78$ , el valor de  $t$  calculado fue **3.255**. El nivel de significancia escogido fue de **0.01**. El valor para el nivel de significancia escogido y los grados de libertad es **2.3751**. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de Investigación y se rechaza la hipótesis nula. 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.

### **Observaciones de los docentes sobre la actividad en Aula**

En relación a la experiencia en aula, los docentes pudieron observar que la mayoría de los estudiantes se mostraron muy motivados con la actividad en clase. Los alumnos pudieron manifestar sus dudas sobre los conceptos previamente estudiados y sobre los problemas planteados. Incluso, aquellos que usualmente no hacen consultas durante un modelo de aula tradicional se sintieron más cómodos al poder manifestarlas al profesor en “privado”. Por otra parte el profesor pudo identificar errores conceptuales generalizados y aclararlos oportunamente frente a todo el curso. Los alumnos también solicitaron continua retroalimentación al docente sobre las estrategias de solución aplicadas a los problemas planteados, lo que permitió proporcionar una evaluación formativa personalizada.

Espontáneamente los alumnos que terminaron de resolver en pareja los problemas antes del tiempo asignado fueron tutores de otros compañeros que presentaban alguna dificultad en su tarea. Lo que indica que este tipo de actividades en el aula genera actitudes de compañerismo entre los estudiantes.

Las discusiones en el trabajo en equipos fueron dirigidas por los propios estudiantes a partir del contenido revisado fuera de la clase, evidenciando autonomía y un pensamiento crítico respecto de las soluciones presentadas. En general se pudo percibir que los equipos lograron organizarse y gestionar el tiempo asignado de manera adecuada, llegando a consenso sobre la solución que como equipo presentarían. En ninguno de los equipos se seleccionó la solución propuesta por una pareja en particular, por el contrario cada pareja aportó en la solución final.

Esta actividad permitió que muchos estudiantes conocieran mejor a sus compañeros favoreciendo la interacción social, y mejoró la relación alumno profesor.

Finalmente el profesor pudo atender de mejor forma la diversidad de estudiantes en el aula y tener un mayor conocimiento de las fortalezas y debilidades de cada uno de ellos.

### **Opiniones de los estudiantes**

Se dejó a disposición de los estudiantes del grupo experimental una encuesta anónima y voluntaria en el Aula Virtual del curso. Se obtuvieron un total de 17 respuestas de las 38 posibles. Las preguntas de la encuesta están orientadas a conocer la opinión que los estudiantes tienen sobre algunos de los aspectos del modelo didáctico aplicado. La encuesta se elaboró con la técnica de Escala de Likert, y está compuesta por ocho afirmaciones frente a las que los estudiantes debían seleccionar uno de los siguientes cinco niveles de respuesta: 1 = Completamente en Desacuerdo; 2 = En Desacuerdo; 3 = Indiferente; 4 = De acuerdo; y 5 = Completamente de Acuerdo.

El 58.8% de los estudiantes manifiesta preferir este tipo de metodologías en comparación con una metodología tradicional, el 11.8% se manifiesta indiferente. El 70.6% cree que la actividad desarrollada en aula permitió mejorar su desempeño en las evaluaciones del módulo, que aumentó su interés y motivación por la asignatura, que favoreció su aprendizaje de los contenidos, que favoreció la comunicación con el profesor y que el trabajo colaborativo desarrollado con sus compañeros facilitó la comprensión de los problemas. El 64.7% de los estudiantes piensa que el trabajo colaborativo favorece la interacción social con sus compañeros, que les ayudó a lograr el objetivo común (resolución del problema), y que es de gran utilidad poder revisar las soluciones propuestas por el resto de sus compañeros a los

problemas planteados. 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.

## **CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

Aunque el modelo de aula invertida parece simple, requiere una preparación cuidadosa para que sea realmente efectivo en el logro de las metas propuestas. La grabación de videos y elaboración de material instruccional requiere de esfuerzo y tiempo, sin embargo, para los siguientes semestres no es necesario repetir este trabajo.

Es muy importante que el material elaborado exponga de forma didáctica, resumida y clara los conceptos que se desean transmitir. Por otra parte, el diseño de la actividad en el aula debe ser cuidadoso, se requiere de actividades retadoras que desarrollen el pensamiento crítico de los estudiantes, los interesen y motiven. Además, el profesor debe tener ciertas habilidades para desarrollar con éxito el trabajo práctico en el aula. El profesor debe ser un líder, motivador y facilitador del proceso de aprendizaje, gestionar adecuadamente el tiempo en aula, promover el trabajo colaborativo, atender consultas de manera eficiente y efectiva y proporcionar retroalimentación a cada alumno que lo solicite oportunamente.

En este estudio se reportan los resultados preliminares de un cuasi-experimento cuyo propósito era evaluar la implementación del modelo de aula invertida en un curso de programación introductorio. Los resultados muestran que el modelo puede mejorar las calificaciones de los estudiantes y el logro de los resultados de aprendizaje. Además, los estudiantes tuvieron una opinión positiva del modelo en relación a que mejoró su aprendizaje y desempeño, y aumentó su motivación e interés por el curso.

En el futuro se pretende formalizar el método experimental durante futuras iteraciones del curso en semestres siguientes, para realizar un estudio longitudinal durante este período y la recolección de datos a partir de esas iteraciones. La intención de este estudio es transformar el curso de Fundamentos de algoritmos al modelo de aula invertida, aunque no es claro en este momento si todos los módulos del curso deberían ser invertidos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestros agradecimientos al Proyecto Ingeniería 2030 de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Proyecto Innova-Chile 14ENI2-26905, por su apoyo a través del Programa Piloto de Implementación de Metodologías Activas en Ingeniería.



## REFERENCIAS

- Anderson, L.W. y Krathwohl, D. (2001). *A Taxonomy of Learning, Teaching and Assessing: a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Longman Eds, New York.
- Bennedsen, J. y Caspersen, M.E. (2007). *Failure Rates in Introductory Programming*, SIGCSE Bull, vol. 39, 2.
- Bennett, B.E., Spencer, D., Bergmann, J., Cockrum, T., Musallam, R., Sams, A., Fisch, K. y Overmyer, J. (2011). The Flipped Class Manifest. The Daily Riff.
- Bergmann, J. y Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Talk To Every Student In Every Class Every Day*. Washington, DC: ISTE.
- Berrett, D. (2012). How 'flipping' the classroom can improve the traditional lecture. The Chronicle of Higher Education.
- Biggs, J. (2010). *Calidad del Aprendizaje Universitario*, Editorial Narcea, España.
- Brame, C. (2013). Flipping the classroom. Disponible en: <http://cft.vanderbilt.edu/guides-subpages/flipping-the-classroom/>
- Demetry, C. (2010). Work in progress - An innovation merging "classroom flip" and team-based learning. In Proceedings, 40th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference.
- Deslauriers, L., Schelew, E. y Wieman, C. (2011). Improved learning in a large-enrollment physics class. *Science* 332: 862-864.
- Foertsch, J., Moses G., Strikwerda J. y Litzkow, M. (2002). Reversing the Lecture/Homework Paradigm Using eTEACH Web-based Streaming Video Software. *Journal of Engineering Education-Washington*, 91(3):267– 274.
- Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H. y Wenderoth, M.P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proc. Natl. Acad. Sci.*
- Gomes, A. y Mendes, A.J. (2007). Learning to program – Difficulties and solutions. In International Conference on Engineering Education – ICEE 2007, Coimbra, Portugal.
- Isong, B. (2014). A Methodology for Teaching Computer Programming: first year students' perspective. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 6(9), 15.
- Johnson, L.W. y Renner, J.D. (2012). Effects of the flipped classroom model on a secondary computer applications course: student and teacher perceptions, questions and student achievement. Tesis doctoral. University of Louisville, Kentucky.
- Lage, M.J., Platt, G.J. y Treglia, M. (2000). Inverting the classroom : A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1):30–43.
- Lahtinen, E., Ala-Mutka, K. y Järvinen, H. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. In Proceedings of the 10th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education (ITiCSE '05). ACM, New York, NY, USA, 14-18. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1067445.1067453>
- Lam, M.S.W., Chan, E.Y.K., Lee, V.C.S. y Yu, Y.T. (2008). Designing an automatic debugging assistant for improving the learning of computer programming. *Lecture Notes in Computer Science*, 5169, 359–370.
- Law K., Lee, V.C.S y Yu, Y.T. (2010). Learning motivation in e-learning facilitated computer programming courses. *Comput. Educ.* 55, 218-228. DOI=<http://dx.doi.org/10.1016/j>

McCracken, M., Almstrum, V., Diaz, D., Guzdiak, M., Hagan, D., Kolikant, Y.B., Laxer, C., Thomas, L., Utting, I. y Wilusz, T. (2001). A multi-national, multi-institutional study of assessment of programming skills of first-year CS students. SIGCSE Bull. 33 (4). pp125-180.

McGettrick, A., Boyle, R., Ibbett, R., Lloyd, J., Lovegrove, G. y Mander, K. (2005). Grand Challenges in Computing. Education —A Summary The Computer. Journal 2005 48: 42-48.

Moravec M., Williams, A., Aguilar-Roca, N. y O'Dowd, D.K. (2010). Learn before lecture: a strategy that improves learning outcomes in a large introductory biology class. CBE Life Sci Educ 9, 473–481. doi:10.1187/ cbe.10.

Robins A, Rountree, J. y Rountree, N. (2003). Learning and Teaching Programming: A Review and Discussion. Journal of Computer Science Education 13(2): 137- 172.

Talbert, R. (2012). Inverted classroom. Colleagues: Vol. 9: Iss. 1, Article 7. Disponible en: <http://scholarworks.gvsu.edu/colleagues/vol9/iss1/7>

Talbert, R. (2013a). Inverting the linear algebra classroom. Inverting the linear algebra classroom. PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies, 24:5, 361-374, DOI: 10.1080/10511970.2014.883457

Talbert, R. (2013b). Learning MATLAB in the inverted classroom. Computers in Education Journal, 23(2):50–60.

Toto, R. y Nguyen, H. (2009). Flipping the work design in an industrial engineering course. In Frontiers in Education Conference, 2009. FIE 2009. 39th IEEE, pages 1–4. IEEE.

Villarroel, R. y Hermosilla, P. (2014). Mejora de Prácticas Evaluativas de Alumnos de Primer Año de Ingeniería de Ejecución Informática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Capítulo del Libro Mejorando las Prácticas de Evaluación de los Aprendizajes en la Docencia Universitaria. Ediciones Universitarias de Valparaíso.

Warter-Perez, N., y Dong, J. (2012). Flipping the classroom: How to embed inquiry and design projects into a digital engineering lecture. In Proceedings of the 2012 ASEE PSW Section Conference.

Wiedenbeck, S., LaBelle D. y Kain, V.N.R. (2004). Factors Affecting Course Outcomes in Introductory Programming, Proceedings of the 16th Workshop on Psychology of Programming, pp. 97-109.

Xue Xue. (2008). —Research and Practice of Teaching at Different Levels, Xiangtan Normal University Journal, Xiangtan, Hunan, 2008(4), pp. 226-227.

Zappe, S., Lieicht, R., Messner, J., Litzinger, T. y Woo Lee, H. (2009). "Flipping" the classroom to explore active learning in a large undergraduate course. In Proceedings, American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition.