

IMPLEMENTACIÓN DE INNOVACIONES EN LA ASIGNATURA DE ALGEBRA EN CONTEXTO PCI1104 DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA DE LA UC TEMUCO

Fecha de aceptación: 01/07/2024

Ciro González Mallo

Departamento de Ciencias Matemáticas y Físicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Temuco

Valeria Carrasco Zúñiga

Departamento de Ciencias Matemáticas y Físicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Temuco

Andrea Sáez Jara

Universidad Central de Chile

Vicente Sandoval Rojas

Departamento de Ciencias Matemáticas y Físicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Temuco

Soledad Yáñez Arriagada

Departamento de Ciencias Matemáticas y Físicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Temuco

(Flipping Classroom), el énfasis en la resolución de situaciones problemáticas aplicadas en el ámbito de la ingeniería, y las técnicas de seguimiento de los aprendizajes en aula CAT's (Classroom Assessment Techniques). De la implementación de La Clase al Revés, se pudo observar que los estudiantes lograban aprendizajes más profundos, generaban hábitos de estudio, mejoraban su aprendizaje autónomo, entre otros, mientras que el énfasis en la resolución de situaciones problemáticas en contexto les aportaba en la comprensión lectora, a mejorar su razonamiento lógico-matemático, a usar la matemática para la modelación y, de ese modo, considerarla como una herramienta de apoyo en su formación profesional y a formar las bases para la resolución de problemas complejos propios de su profesión.

PALABRAS CLAVE: Innovación pedagógica, ciencias básicas, formación de ingenieros, aprendizaje profundo, clase al revés.

RESUMEN: En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la implementación de un Plan Piloto de innovación docente, en la asignatura de Algebra en Contexto PCI1104 de primer año de las carreras de Ingeniería de la Universidad Católica de Temuco. Las innovaciones planificadas son la metodología de La Clase al Revés

INTRODUCCIÓN

Se inició un proceso de transformación de asignaturas de primeros años que presentan mayores niveles de reprobación en las distintas carreras de la Universidad. Dentro de ese contexto, en matemática se formó una Comunidad de Aprendizaje con el compromiso de renovar estas asignaturas, introduciendo distintas estrategias de enseñanza que permitan el logro de aprendizajes significativos, profundos y permanentes en el tiempo. En ese contexto es que se puso el foco en la asignatura de Álgebra en Contexto PCI1104, perteneciente al Itinerario Formativo de las Carreras de Ingeniería.

Entre las innovaciones pensadas para esta asignatura, se considera incorporar nuevas estrategias de enseñanza, seguimiento en el aula de los aprendizajes de los estudiantes y énfasis en la resolución de situaciones problemáticas en el contexto del ámbito de la ingeniería.

Dentro del proyecto, estas innovaciones se encuentran en su fase de diseño. Los resultados que se presentan en este trabajo corresponden a la implementación de un Plan Piloto de esta innovación, y se analizan los resultados que inicialmente se observan, mientras se sistematizan los datos obtenidos de esta implementación.

DESARROLLO DEL TEMA

Diseño

Los estudiantes de ingreso a las Carreras de Ingeniería Civil de la UC Temuco cursan, en los inicios de su formación, asignaturas pertenecientes al Plan Común de Estudios. Se incluyen allí, entre otras, asignaturas de Ciencias Básicas, y más específicamente, de Matemática, donde el primer curso de esta línea es Álgebra en Contexto PCI1104.

La innovación propuesta, fue implementada como Plan Piloto en la asignatura PCI1104, a modo de observar y registrar resultados que permitan adecuarla y mejorarla.

La propuesta de innovación considera la modificación de tres aspectos claves en la docencia impartida:

1. La implementación de la estrategia “La Clase al Revés” (Flipping Classroom)

“La Clase al Revés” (Flipping Classroom) es una estrategia utilizada originalmente por el profesor Eric Mazur en la Universidad de Harvard en Estados Unidos en la década de los 90, al observar la forma de cómo se realizaban tradicionalmente las clases. Se observó que los aprendizajes de los estudiantes con exigencias de nivel básico (conocer y comprender de la Taxonomía de Bloom), eran tratados en la sala de clase ya que era el profesor el que, a través de una clase tradicional, definía conceptos, ejemplificaba y entregaba propiedades, dejando como tarea para el estudiante el trabajo enfrentar niveles de aprendizaje de mayor exigencia, como aplicar, analizar, sintetizar y evaluar.

Considerando lo anterior, La Clase al Revés consiste en solicitar a los estudiantes que, antes de la clase, ellos lean, revisen un video de la web o creado por el mismo profesor del curso, vean un power point, miren un apunte, etc. con los temas a considerar, de modo que ellos se hagan cargo de los niveles básicos de aprendizaje sobre esos temas, para que después en clases, y con la orientación y guía del profesor, se preocupen de las tareas que tengan mayores niveles de exigencia en términos de aprendizaje (Gutiérrez et al., 2013).

El disponer y utilizar el material antes de la clase, le permite a los estudiantes revisarlos tantas veces como estimen sea conveniente (un video, por ejemplo), de modo que puedan aclarar todas las dudas que pudiesen surgir de la revisión, e identificar aquellos aspectos que no le resultan ser tan claros para consultarlos posteriormente en la clase con el profesor.

El contar con los conocimientos adquiridos antes de la clase, permite que en la clase el profesor los utilice en aplicarlos a la resolución de problemas concretos, con el beneficio de que el profesor orientará a los estudiantes en la eventualidad de que a ellos no les resulte simple hacerlo solos. En este punto, el profesor debe orientar el trabajo de los estudiantes, conducirlos hacia la aplicación de los contenidos previos adquiridos a problemas en contexto, de realizar las preguntas claves y orientadoras que se requieren para que sea el propio estudiante el que busque la mejor forma de resolver los problemas que le surjan. En ningún caso será el profesor el que resuelva los problemas a sus estudiantes y tampoco será quien expondrá la solución al curso (Bergmann y Sams, 2012).

Los hábitos adquiridos durante su formación básica y media (previa a la universitaria), significó que a inicios de semestre los estudiantes no respondieron como se esperaba a los requerimientos de La Clase al Revés, ya que en general no tenían la costumbre de estudiar antes de la clase, enfrenar solos temas matemáticos sin ser vistos antes con el profesor, preparar la clase con el compromiso de conocer y comprender los conceptos que se les solicitó revisar, mostrar que efectivamente habían comprendido lo que habían estudiado, y otros, lo que significó que las calificaciones obtenidas fueron más bajas que las obtenidas más adelante en el semestre. Sin embargo, en la medida que avanzaba el semestre y que los estudiantes realizaban se acostumbraban a la nueva estrategia, se comenzó a observar una mejora en las calificaciones obtenidas, una mayor participación en las clases, una mejor calidad de respuestas ante las preguntas planteadas, más hábito de estudio y, en general, más satisfacción por los pequeños logros que observaban con esta forma de enfrentar la asignatura. Mientras a inicio de semestre la clase la hacía el profesor con la audiencia de los estudiantes, al final la clase la hacían los estudiantes con su participación y el profesor era un facilitador que además ordenaba los detalles que surgían de la intervención de los estudiantes.

2. El énfasis fuerte en la resolución de situaciones problemáticas contextualizadas en la aplicación a la Ingeniería

Al observar la contribución de las Ciencias Básicas en la formación profesional de los Ingenieros, se destaca, entre otros, su utilización como una buena herramienta que contribuye a la resolución de situaciones problemáticas en contexto, propios de la profesión en la que el estudiante se está formando. Al contribuir en desarrollar en los estudiantes la competencia de razonamiento lógico-matemático, se está consiguiendo que sean capaces de proponer y obtener soluciones a los problemas que su profesión le pueda presentar, dentro del contexto de la vida cotidiana en la que se va a desenvolver en su vida profesional.

Por ello, se consideró importante el establecer como innovación dentro de la asignatura la resolución de problemas, con énfasis en los contextos propios de la profesión cuya Carrera están cursando los estudiantes, en este caso, las Ingenierías Civiles. Esto significó una adecuación de las Guías de Trabajo que se les entregaba a los estudiantes como parte del material de la asignatura, haciendo énfasis en la inclusión de problemas en contexto y, en lo posible, de aplicación específica a su Carrera. Del mismo modo, se decidió que todas las evaluaciones de la asignatura se hagan sólo con la incorporación de situaciones problemáticas en contexto y que les signifique la aplicación de los conocimientos matemáticos adquiridos.

Por otra parte, el someter a los estudiantes en sus primeros cursos a la resolución de situaciones problemáticas en un contexto real, les aporta en dar sus primeros pasos en el proceso de modelar situaciones de la vida cotidiana (Camarena, 2012), exigencia actual para los profesionales de la Ingeniería.

3. La implementación de CAT's como herramientas de seguimiento en clases

Las innovaciones antes mencionadas obligan a evaluar permanentemente los niveles de avance de los estudiantes en clases y fuera de ella. Por ello, se incorporó como parte de las innovaciones Técnicas de Seguimiento en Clases (CAT : Classroom Assessment Techniques) (Angelo and Cross, 1993). Algunos de estos seguimientos son:

- a. Papel de un minuto (One / The minute paper)

Esta técnica se destaca porque se aplica de una forma rápida y permite una recolección de información del aprendizaje de los estudiantes por escrito. Para usar el papel de un minuto, el profesor detiene la clase dos a tres minutos antes del término de ella y le pide a los estudiantes responder de manera breve a una variación de las siguientes preguntas: *¿Qué fue lo más importante que aprendiste esta clase?* Y *¿Qué preguntas se mantienen sin responder?* Los estudiantes escriben sus respuestas en tarjetas y las entregan.

b. El punto fangoso (Muddiest point)

El punto fangoso es la técnica más simple que puedes utilizar. Es además muy eficiente, ya que provee un importante retorno de información a cambio de una baja inversión de tiempo y energía. La técnica consiste en solicitar a los estudiantes que escriban una respuesta corta a una sola pregunta: “¿Qué fue lo que más te costó en _____?” El foco del punto fangoso puede ser una cátedra, una discusión, una tarea, una obra de teatro o una película.

c. Cuadrícula de Pros y Contras

Los estudiantes escriben listas rápidas de pros y contras para ayudarles a comprender un problema con claridad. Esta evaluación brinda a los estudiantes más objetividad y un grado de análisis de la información.

d. Estudiantes generando preguntas de pruebas

Esta actividad permite a los docentes recopilar información por escrito acerca de lo que piensan los estudiantes sobre los conceptos más importantes discutidos en clase.

e. Encuesta de opinión de aula

Esta actividad permite a los docentes recopilar información por escrito acerca de lo que piensan los estudiantes sobre asuntos relacionados a la clase.

Estas Técnicas, al ser implementadas (pueden ser las descritas antes u otras, y no necesariamente en todas las clases), permite al profesor mejorar su proceso de enseñanza, monitorear los aprendizajes de sus estudiantes, formarse una buena idea, por ejemplo, de qué es lo que entendieron o qué parte de lo visto se debe retroalimentar, entre otros (Steadman, 1998). Se puede implementar durante el desarrollo de la clase, al final de la clase o fuera de ella.

Implementación

Se implementaron siete secciones de la asignatura Algebra en Contexto PCI1104, seis de ella con estudiantes de Ingeniería Civil y una con estudiantes de Bachillerato (en total unos 250 estudiantes).

La asignatura se planificó tratando un tema disciplinario por cada semana del semestre, lo que fue posible dado los contenidos considerados en el Programa de la Asignatura y la cantidad de horas semanales que la asignatura considera (8 horas). En general, cada semana se inició con la evaluación de los conocimientos adquiridos durante la semana anterior y el Trabajo de Investigación asignado la semana anterior sobre los temas

a tratar durante la semana. Luego, se destinó tiempo a reforzar aquellos aspectos que se vieron débiles en el Trabajo de Investigación, y a efectuar un trabajo metódico y riguroso de resolución de ejercicios algorítmicos necesarios para la aplicación de los temas de la semana (cuando fue necesario) y a la aplicación de los temas a situaciones en contexto. Durante todo este proceso, los estudiantes trabajaron solos o en grupos, consultando al profesor cuando surgían dudas, y recibiendo retroalimentación permanente en forma individual o al curso entero cuando se consideraba necesario. En ningún caso el profesor se dedicó a resolver los problemas planteados, salvo que se estimara hacerse con tal de aclarar dudas o consultas del curso en general. Se debe destacar que adicionalmente cada profesor entregó a sus estudiantes un horario de consultas semanales, que los estudiantes podían utilizar en el caso de que lo crean necesario, producto del tiempo de estudio que ellos hacían fuera de las horas de clases.

Por otro lado, se les entregó una Guía de Trabajo por semana, donde se incorporaban conjuntos de problemas a resolver durante las Horas Presenciales (6), las Horas Mixtas (2) y las Horas Autónomas (8), además de un conjunto de problemas dados como Trabajo Individual de Tarea a desarrollar en las Horas Autónomas y cuya resolución debía ser entregada a inicios de la primera clase de la semana siguiente. Este Trabajo Individual de Tarea se evaluó para observar los posibles errores que los estudiantes cometían (pero no se calificó), como también se utilizó para la Validación de la Competencia Genérica Expresión Oral y Escrita considerada en esta asignatura en su Nivel 1.

En el marco de la innovación, aparte de la reestructuración realizada a las Guías de Trabajo semanal, se realizó una adecuación en términos de incorporar mayoritariamente situaciones problemáticas en contexto real, y no dando tanto énfasis a los ejercicios tradicionales, esquemáticos y algorítmicos, que permiten a los estudiantes responder sólo con replicar de otro ejercicio ya antes resuelto.

Finalmente, y en el marco de La Clase al Revés, se les solicitó realizar semanalmente un Trabajo de Investigación sobre los contenidos a tratar durante la semana siguiente. Se les indicaba las condiciones de entrega del Trabajo, el(los) tema(s) a investigar por ellos, los aspectos a considerar por cada uno de esos temas, y la bibliografía donde ellos podían consultar lo solicitado. Este Trabajo de Investigación debían entregarlo en la primera clase de la semana siguiente (el mismo día cuando se evaluaba este Trabajo), no se calificaba, y era utilizado para la Validación de la Competencia Genérica Expresión Oral y Escrita considerada en esta asignatura en su Nivel 1.

Una de las Innovaciones propuestas que no se implementó en este Plan Piloto fue el seguimiento en el aula (los CAT's), pues los otros aspectos de la innovación significó mucha dedicación de tiempo, con mucha discusión para poder cambiar la forma tradicional de hacer clases y entender la nueva estrategia, con mucho tiempo para la revisión de los materiales solicitados a los estudiantes, y porque algunos de los CAT's exigen además uso de tecnología por parte de los profesores y de los estudiantes.

Evaluación de la implementación

Las innovaciones diseñadas e implementadas en la asignatura de Álgebra en Contexto PCI1104, se pueden evaluar desde dos puntos de vista donde el rediseño impactó: desde el punto de vista de los estudiantes y de los profesores a cargo de la asignatura.

1. Desde el punto de vista de los estudiantes

Viendo las características con que llegan los estudiantes al ingresar a la Universidad, y considerando las observaciones que ellos hicieron al final de semestre sobre el desarrollo de la asignatura, se pueden indicar los siguientes aspectos en los que los estudiantes se vieron impactados por la implementación:

- Uso de las Horas Autónomas de la asignatura: en general, en los estudiantes de primeros años se observa la poca (y casi nula) utilización de las Horas Autónomas (o fuera del aula). Es difícil ver que, por iniciativa propia, los estudiantes aprovechen el tiempo en que no están clases para, por ejemplo, revisar lo visto la clase anterior antes de entrar a la nueva clase, completar aquellos aspectos que quedaron inconclusos durante una clase o que el profesor dejó para que ellos revisen, para utilizar alguna bibliografía que le pueda complementar su trabajo en clases o lo visto en clases, para “pasar en limpio” cuando han faltado a alguna clase y no “tienen la materia vista”, para trabajar junto a otros compañeros aclarando dudas entre ellos o desarrollando algunos problemas de las materias vistas, ... Al implementarse el nuevo diseño de la asignatura, los estudiantes debieron hacer Trabajos de Tarea, confeccionar un Trabajo de Investigación semanal, y estudiar lo visto en la semana para responder al Control de inicios de la semana siguiente.

- Hábito de Estudio: consecuencia de lo anterior, y sin que lo pensarán de esa manera, el trabajo destinado a ser realizado durante las Horas Autónomas les significó a los estudiantes estar permanentemente en contacto con la asignatura fuera de la sala de clase, generando en ellos un hábito que comúnmente no se observa al ingresar a la Universidad.

- Aprendizajes Significativos: el estar dedicando permanentemente tiempo a la asignatura durante la semana y discutiendo (o revisando) los contenidos tratados, les hizo comprender más los tópicos vistos y permitirles aplicarlos a problemas planteados. Con ello, lograron un mejor manejo de los conceptos, una mejor comprensión de lo que se les preguntaba en cada problema, el tener más confianza de enfrentar un nuevo problema, en general sentirse que estaban aprendiendo matemática. A diferencia de semestres anteriores, el nivel de intervenciones por parte de los estudiantes en clases fue notoria, como también la calidad de las intervenciones que hacían.

- Exceso de trabajo al inicio: al comenzar el semestre, y dada la cantidad de trabajo que se les solicitó, los estudiantes sintieron que estaban sometidos a un exceso de trabajo, y que eso los cansaba mucho o no lograban terminar de hacer lo que se les pedía. Si a eso se le agrega que semanalmente estaban sometidos a un Control, sentían que no lograban ordenar los tiempos para responder a las

exigencias planteadas. Con el paso de las semanas asumieron el proceso como normal, y ya eran menos los estudiantes que no entregaban los trabajos a tiempo y los que obtenían bajas calificaciones en los Controles, nacía de ellos el consultar el tema a tratar la semana siguiente y las condiciones solicitadas para realizar el Trabajo de Investigación, se hizo un hábito el asistir en horarios de consultas a revisar sus Controles para ver en lo que se habían equivocado y ver cómo se hacían los problemas que no habían podido resolver, ... En general, el “trabajo excesivo” que estimaban tenían a inicios de semestre pasó a ser normal después de algunas semanas de trabajo en el curso.

- Calificaciones obtenidas en las evaluaciones: del mismo modo que en el punto anterior, las calificaciones obtenidas por los estudiantes en Controles no eran las mejores, y un bajo porcentaje obtenían notas aprobatorias (entre un 15% y un 25%). Además, los que tenían notas aprobatorias no eran de las más altas en la escala de 1,0 a 7,0 (en general, entre 4,0 y 6,0). Sin embargo, en la medida que avanzaba el semestre, las notas mejoraban en cantidad y calidad, con estudiantes que incluso obtenían la nota máxima.

2. Desde el punto de vista de los profesores

Dado que varios de los profesores de las 7 secciones del curso habían sido responsables de la asignatura en semestres anteriores, y considerando que 6 eran Profesores Por Hora, las innovaciones implementadas impactaron en ellos en los siguientes aspectos:

- Implementación de La Clase Al Revés: inicialmente no fue fácil implementar esta nueva estrategia, dado que no se conocía una experiencia previa. Costó el idear la forma en que se haría estudiar los conceptos a los estudiantes en forma previa a la clase, de modo que este requerimiento esté bien graduado, y no los lleve al desencanto o a sentirse muy exigidos.

- Evaluación de los aprendizajes: De igual modo, no estaba claro el cómo evaluar los estudios previos que realizaban los estudiantes, dado que sólo se les pedía que se hagan cargo de conocer y comprender los conceptos indicados. Por otra parte, se sugiere que permanentemente se esté modificando la forma de evaluar los conocimientos adquiridos, de manera que los estudiantes no caigan en procesos rutinarios que los lleve nuevamente a un proceso repetitivo, lo que significó que, cada cierto tiempo, se repensara la forma de evaluar semanalmente a los estudiantes en los Controles.

- Exceso de trabajo durante el semestre: en este Plan Piloto, uno de los inconvenientes encontrados fue el exceso de material a revisar por parte de los profesores. Después de la primera clase de la semana, cada profesor debía hacerse cargo de revisar el Trabajo de Investigación individual que cada estudiante entregaba, una Tarea de Trabajo Individual con problemas a resolver utilizando los temas vistos la semana anterior, y un Control individual que permitía evaluar los aprendizajes logrados en

los temas de la semana anterior y los conceptos revisados por los estudiantes en el Trabajo de Investigación. Lamentablemente existieron semanas en las que no se logró hacer la revisión de todo este material.

- Participación en clases de los estudiantes: la realización de este trabajo por parte de los estudiantes, significó que las clases se hacían más interactivas, con mucho más participación por parte de los estudiantes, con aportes significativos por parte de ellos y, en general, compartiendo la responsabilidad sobre el desarrollo de la clase con los estudiantes. Era normal que sean los estudiantes quienes pasaban a la pizarra a entregar su aporte sobre los temas tratados.

- Trabajo conjunto del equipo de profesores: la implementación de la innovación propuesta significó el mantener un horario semanal de trabajo por parte del equipo de profesores, donde se planificaba la semana, y se discutían los aspectos a cambiar y/o mejorar del curso. Se discutía permanentemente sobre el material semanal que se le entregaba a los estudiantes y sobre las evaluaciones que se debían administrar la semana siguiente.

CONCLUSIONES

Al analizar los resultados obtenidos de la aplicación de las innovaciones como Plan Piloto, se puede concluir que:

1. La implementación de La Clase al Revés:

- ayuda a que los estudiantes aprovechen de mejor manera el tiempo fuera de la sala de clase

- Genera en los estudiantes hábitos de estudio (lo que comúnmente cuesta observar en los alumnos de ingreso)

- A poco andar en el semestre, los estudiantes se interesan en esta metodología pues se dan cuenta que, al realizar estudios previos de los temas a tratar en clases, ellos pueden intervenir más y con mejores aportes en los debates que se generan (intervienen no sólo para consultar sus dudas, cuando se atreven a hacerlo)

- Les permite mejorar su aprendizaje autónomo

- Les ayuda a mejorar la búsqueda de materiales que pudiesen requerir, aprendiendo a discriminar entre los que les pudiesen servir y los que no

- Al término del semestre académico, los estudiantes cuentan con conocimientos más sólidos que lo que se observó en semestres anteriores cuando se dictó también esta asignatura

2. El énfasis en la resolución de situaciones problemáticas contextualizadas en la ingeniería:

- les ayuda a mejorar la comprensión lectora

- Les ayuda a mejorar el razonamiento lógico-matemático, necesario para un futuro profesional de la ingeniería
- Les permite visualizar la matemática como una buena herramienta que les permite resolver problemas propios de su disciplina
- Se puede considerar como la base de preparación para generar el razonamiento que le permitirá enfrentar y resolver situaciones problemáticas en contexto más complejas durante su carrera
- Les genera curiosidad por conocer otras herramientas matemáticas que les ayude en la resolución de problemas

Todo lo antes mencionado resulta ser de suma importancia, considerando que un buen porcentaje de los estudiantes de ingreso no cuentan con ciertas competencias básicas que le permitan enfrentar adecuadamente su formación profesional. Es importante destacar que, en el semestre en el que se implementaron las innovaciones mencionadas, y comparando con lo sucedido en el año anterior, se mejoró el porcentaje de aprobación de los cursos (cantidad), como también los estudiantes mostraron al finalizar el curso competencias que, a inicios de semestre, se mostraban ausentes (calidad).

Las conclusiones obtenidas cobran mayor relevancia cuando, el replicar esta experiencia, puede significar un aporte en mejorar la calidad de la educación que se entrega en la formación de ingenieros (y de otras carreras), situación que actualmente se encuentra en discusión a nivel nacional.

El incorporar definitivamente las innovaciones implementadas como Plan Piloto en esta asignatura, ayudaría a formar estudiantes capaces de autogestionar sus aprendizajes, con hábito de estudio, que aprovechan mejor su tiempo fuera de la sala de clase y preparados para estudiar solos, condiciones exigidas en la observación de requerimientos para los profesionales activos de nuestra sociedad.

Finalmente, estas innovaciones ayudan a los estudiantes a dar sus primeros pasos en modelar situaciones de la vida real, exigencia propia de un Ingeniero en su desempeño como profesional.

REFERENCIAS

Angelo Th. and Cross P. (1993): Classroom Assessment Techniques: A Handbook for College Teachers (2da Edición). Jossey-Bass Inc. Publishers, California, EEUU

Bergmann J. y Sams A. (2012): Flip your Classroom. Reach Every Student in Every Class Every Day. International Society for Technology in Education (ISTE)

Camarena P. (2012): La modelación Matemática en la Formación del Ingeniero. Revista Brasileira de Ensino de Ciencia e Tecnologia, 5(3)

Gutiérrez I., Castañeda L. y Serrano J.L. (2013): Más allá de la Flipped Classroom: "dar la vuelta a la clase" con materiales creados por los alumnos. II Congreso Internacional Educación Mediática y Competencia Digital, Barcelona, España

Steadman M. (1998): Using Classroom Assessment to Change both Teaching and Learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 1998, 23-35